

Kode>Nama Rumpun Ilmu* :783/Pendidikan Teknik Elektro

LAPORAN TAHUNAN PENELITIAN HIBAH BERSAING



**EFEKTIVITAS METODE PEMBELAJARAN KOOPERATIF BERBASIS
KASUS MODEL ROBOT *INTELLIGENT DIRECTION DETECTOR* DENGAN
PENDEKATAN *STUDENT CENTERED LEARNING* UNTUK PEMBELAJARAN
SISTEM KENDALI FUZZY**

Tahun ke 3 dari rencana 3 tahun

Ketua:

**Dr. Haryanto, M.Pd., M.T.
NIDN 0010036208**

Anggota:

**Rustam Asnawi, Ph.D.
NIDN 0027017205**

Dibiayai oleh DIPA:

**Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Nomor DIPA 023.04.1.673453/2015, tanggal 14 November 2014, DIPA
revisi 01 tanggal 03 Maret 2015.**

**UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA
MASYARAKAT
OKTOBER 2015**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Efektivitas Metode Pembelajaran Kooperatif Berbasis Kasus Model Robot Intelligent Direction Detector dengan Pendekatan Student Centered Learning Untuk Pembelajaran Sistem Kendali Fuzzy

Peneliti/Pelaksana

Nama Lengkap : HARYANTO
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta
NIDN : 0010036208
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Program Studi : Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan
Nomor HP : 08164224572
Alamat surel (e-mail) : haryanto@uny.ac.id

Anggota (1)

Nama Lengkap : RUSTAM ASNAWI MT
NIDN : 0027017205
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta
Institusi Mitra (jika ada)
Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 3 dari rencana 3 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 50.000.000,00
Biaya Keseluruhan : Rp 142.500.000,00

Mengetahui,
Dekan FT UNY

(Dr. M. Bruri Triyono, M.Pd.)
NIP/NIK 195602161986031003

Yogyakarta, 31-10-2015
Ketua,

(HARYANTO)
NIP/NIK 196203101986011001

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian

(Prof. Dr. Anik Ghufon)
NIP/NIK 196211111988031001

EFEKTIVITAS METODE PEMBELAJARAN KOOPERATIF BERBASIS KASUS MODEL ROBOT *INTELLIGENT DIRECTION DETECTOR* DENGAN PENDEKATAN *STUDENT CENTERED LEARNING* UNTUK PEMBELAJARAN SISTEM KENDALI FUZZY

ABSTRAK

Penelitian *kuasi eksperimen* ini pada tahun ketiga bertujuan untuk implementasi pembelajaran dengan strategi pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa (*student centered learning/SCL*), dengan metode kooperatif berbasis kasus melalui model robot *IDD* untuk memperoleh keefektifan pembelajaran.

Penelitian ini dilakukan dalam waktu 3 tahun di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Langkah-langkah dalam penelitian meliputi: 1) Tahun pertama, mengembangkan perangkat keras berupa model robot *intelligent direction detector* (IDD) yang akan digunakan sebagai media model pembelajaran pada matakuliah Sistem Kendali Fuzzy. 2) Tahun kedua, mengembangkan perangkat pembelajaran robot IDD, yang berupa: Rencana Program Pembelajaran (RPP), modul, *hand out*, *job sheet*, dan panduan operasional (*manual operation*) robot *IDD* untuk mendukung pembelajaran. 3) Tahun ketiga, implementasi pembelajaran dengan strategi pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa (SCL), dengan metode kooperatif berbasis kasus melalui model robot *IDD* untuk memperoleh keefektifan pembelajaran. Penelitian dilakukan di jurusan Pendidikan Teknik Elektro pada Program Studi Mekatronika FT UNY untuk matakuliah Sistem Kendali Fuzzy. Teknik pengambilan data dilakukan dengan observasi/pengamatan, tes, dokumentasi dan angket. Teknik analisis data yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif, serta analisis regresi untuk pengujian hipotesis.

Hasil penelitian yang diperoleh pada tahun ketiga ini adalah: (1) Aktivitas belajar mahasiswa dari pembelajaran kooperatif berbasis kasus dengan model robot *IDD* dalam konteks pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa, meliputi: (a) Kualitas kerjasama 35%, diskusi 31% dan tanggung jawab 34% mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan. Aktivitas belajar mahasiswa dengan kategori sangat baik 94% dan kategori baik 6%. Hal itu berarti pembelajaran kooperatif berbasis kasus dengan model robot *IDD* dalam konteks pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa, meningkatkan aktivitas belajar sangat signifikan. (b) Kualitas presentasi 35%, visualisasi 31% dan isi hasil kerja mahasiswa 34% dalam penyelesaian masalah. Hasil kerja mahasiswa dengan kategori sangat baik 78% dan kategori baik 22%. Hal itu berarti pembelajaran kooperatif berbasis kasus dengan model robot *IDD* dalam konteks pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa, meningkatkan hasil kerja dengan sangat signifikan. (c) Kualitas hasil belajar mahasiswa yang meliputi kategori kurang 9%, baik 37% dan sangat baik 53%. Hasil belajar mahasiswa rata-rata (70,59) dan standard deviasi 11,47. Hal itu berarti pembelajaran kooperatif berbasis kasus dengan model robot *IDD* dalam konteks pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa, meningkatkan hasil belajar mahasiswa dengan sangat signifikan. (2) Pengaruh keaktifan belajar dalam pembelajaran kooperatif berbasis kasus melalui robot *IDD* dalam konteks pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa, terhadap hasil belajar mahasiswa sangat tinggi dan positif (75,79%). Berdasar persamaan garis regresi dengan nilai konstanta regresi (intersep) 0,8 dan koefisien regresi 3,246, menunjukkan bahwa kenaikan hasil belajar yang cukup tajam dengan kenaikan nilai aktivitas belajar mahasiswa.

Keywords: *Modul, Pembelajaran Berbasis Kasus, Pembelajaran Kooperatif, Pembelajaran Berpusat Pada Mahasiswa, Robot Intelligent Direction Detector, Aktivitas Pembelajaran, Kualitas Pembelajaran dan Hasil Belajar.*

PRAKATA

Segala puji bagi Alloh s.w.t, bahwa hanya dengan karunia dan rahmat-Nya kami dengan sabar setelah melalui berbagai kesulitan dan kemudahan dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul:

Efektivitas Metode Pembelajaran Kooperatif Berbasis Kasus
Model Robot *IDD* Dengan Pendekatan *Student Centered Learning* untuk Pembelajaran
Sistem Kendali *Fuzzy*

Penyelesaian dan penyusunan laporan penelitian ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, terima kasih kami ucapkan kepada:

1. Direktur DP2M Ditjen Dikti Kemendikbud beserta staf Jakarta.
2. Rektor UNY Yogyakarta.
3. Dekan Fakultas Teknik UNY Yogyakarta.
4. Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UNY Yogyakarta.
5. Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY Yogyakarta.
6. Karyawan LPPM dan Diknik Elektro FT UNY Yogyakarta.
7. Para mahasiswa S1 Jurusan Diknik Elektro Prodi Mekatronika FT UNY Yogyakarta yang telah terlibat dalam penelitian ini.
8. Berbagai pihak yang tak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu kelancaran penelitian kami.

Kami menyadari tak ada karya manusia yang sempurna. Kepada para pembaca, saran yang konstruktif sangat diharapkan. Semoga Alloh s.w.t memberi pahala dan berbagai kenikmatan yang banyak serta rizqi yang barokah dunia dan akhirat, kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian dan penyempurnaan penulisan laporan penelitian ini, *aamiin ya robbal 'aalamiin*.

Yogyakarta, 27 Oktober 2015

Peneliti,

Dr. Haryanto, M.Pd., M.T.
Rustam Asnawi, Ph.D.

DAFTAR ISI

JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Proses Pembelajaran di Perguruan Tinggi	6
B. Pembelajaran Berpusat pada Mahasiswa	7
C. Pembelajaran Berbasis Kasus	7
D. Pembelajaran Kooperatif	8
E. Mata Kuliah Sistem Kendali Fuzzy	9
F. Sistem Cerdas	12
G. <i>Robot Intelligent Direct Detector</i>	16
H. Sistem Logika Fuzzy	17
I. Pertanyaan Penelitian dan Hipotesis	21
BAB III METODE PENELITIAN	22
A. Jenis Penelitian	22
B. Populasi dan Sampel Penelitian	22
C. Teknik Pengumpulan Data dan Instrumen Penelitian	22
D. Langkah Penelitian	23
E. Teknik Analisis Data	36
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	37
A. Hasil Penelitian	
B. Pembahasan	
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	

A. Simpulan	
B. Saran	
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	40

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Penilaian kualitas pendidikan pertama-tama terlihat pada perkembangan sikap dasar, seperti sikap kritis akademis ilmiah dan kesediaan terus mencari kebenaran (Yumarma, 2006). Oleh karena itu, konsep pendidikan tidak direduksi pada ujian yang hanya mengukur transfer pengetahuan, namun lebih luas, mencakup pembentukan keterampilan (*skill*) dan sikap dasar (*basic attitude*), seperti kekritisian, kreativitas dan keterbukaan terhadap inovasi dan aneka penemuan. Semua itu perlu diketahui setiap pendidik agar hasil proses pembelajaran peserta didik mampu bertahan hidup dan menjawab tantangan yang selalu berkembang.

Dosen sebagai pendidik dalam menjalankan tugas tidak sekedar sebagai pentransfer ilmu, namun lebih dari itu juga berperan sebagai agen pencerahan. Idealisme pendidik, meminjam istilah Socrates adalah *eutike*, bidan yang membantu mahasiswa melahirkan inovasi dan pengetahuan. HELTS 2003-2010 yang dikeluarkan Ditjen Dikti bulan April 2003 memberi amanah yang salah satunya adalah penerapan prinsip *Student-Centered Learning* (SCL) dalam proses pembelajaran. Terdapat beragam metode pembelajaran untuk SCL dan dua diantaranya adalah *Case-Based Learning* dan *Cooperative Learning*.

Sistem Kendali Fuzzy merupakan mata kuliah keahlian berkarya yang ditawarkan bagi mahasiswa strata satu jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika semester 6. Matakuliah penunjang sebagai prasyarat untuk mengambil matakuliah ini adalah Matematika dan Pemrograman Komputer. Mata kuliah Sistem Kendali Fuzzy mempelajari tentang upaya membuat suatu mesin berbasis mikroprosesor dapat bekerja menggunakan prinsip-prinsip kecerdasan yang diadopsi dari cara manusia menyelesaikan masalah. Matakuliah ini bersifat abstrak karena mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan integrasi perangkat keras elektronik dengan pemrograman komputer. Oleh karena itu, dituntut kemampuan berfikir nalar dan logis, sehingga mahasiswa seringkali mengalami kesulitan. Penggunaan model robot *IDD* diharapkan dapat membantu mahasiswa memahami materi sistem kendali fuzzy. Di samping itu, materi matakuliah yang bersifat abstrak berupa algoritma matematika komputasi, juga membuat mahasiswa merasa kurang mampu memahami konsep-konsep dasar dari materi yang diberikan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut di atas, pembelajaran dengan menggunakan kasus menggunakan model robot *IDD* diharapkan mampu memberi solusi yang baik. Dengan menggunakan pemilihan kasus-kasus yang tepat dibantu benda riil model robot *intelligent direction detector*, diharapkan mampu membantu mahasiswa dalam menyerap materi kuliah Sistem Kendali Fuzzy.

Proses pembelajaran yang banyak dipraktikkan sekarang ini sebagian besar berbentuk ceramah (*lecturing*). Pada saat mengikuti kuliah atau mendengarkan ceramah, mahasiswa sebatas memahami sambil membuat catatan. Dosen menjadi pusat peran dalam pencapaian hasil pembelajaran dan seakan-akan menjadi satu-satunya sumber ilmu. Pola pembelajaran dosen aktif dengan mahasiswa pasif ini mempunyai efektivitas pembelajaran yang rendah. Efektivitas pembelajaran mahasiswa umumnya terbatas, terjadi pada saat-saat akhir mendekati ujian. Pembelajaran yang diterapkan saat ini berfokus pada pemahaman materi saja. Dari metode yang diterapkan itu, mahasiswa tidak memiliki gambaran penerapan materi pada dunia bisnis. Karena itu metode pembelajaran saat ini belum dapat mengasah kemampuan analisis mahasiswa, kepekaan terhadap permasalahan, melatih pemecahan masalah serta kemampuan mengevaluasi permasalahan secara holistik.

Sehubungan dengan permasalahan seperti yang dijelaskan di atas, metode pengajaran yang diusulkan untuk diterapkan pada matakuliah Sistem Kendali Fuzzy adalah *case-based learning*. Alasan utama pembelajaran berbasis kasus diajukan dalam perkuliahan ini adalah (1) pembelajaran memerlukan adanya ilustrasi kasus nyata dalam penerapan ilmu yang diperoleh dari kuliah dan buku teks; (2) pengajaran berbasis kuliah saja seringkali membuat mahasiswa menjadi pasif; (3) proses belajar yang efektif adalah proses yang melibatkan refleksi (*double loop learning*). Pembelajaran berbasis kasus adalah proses pembelajaran yang memungkinkan terjadi *double-loop learning*. Sebuah peribahasa yang sangat terkenal dalam bidang pendidikan berbunyi “*tell me and I will forget, show me and I will remember, involve me and I will understand.*” Diharapkan dengan melibatkan mahasiswa dalam *case-based learning*, mahasiswa memiliki pemahaman yang lebih baik dibanding bila hanya sebatas menerima teori saja.

Publik yang tergabung dalam pengamat pendidikan sangat mendukung sistem yang mendorong *team work*, kemampuan interpersonal dan komunikasi, dan pembelajaran untuk belajar (*learning to learn*). Sistem pembelajaran *cooperative learning* yang diperkenalkan pertama kali oleh Robert Slavin pada tahun 1987, merupakan metode yang telah sukses diterapkan dan konsisten. Pada tahun 2000an, metode *cooperative learning* diperkenalkan secara luas sebagai alternatif pendekatan pengajaran pada perguruan tinggi (Ravenscroft, 1999). *Cooperative learning* secara umum diartikan sebagai suatu kelompok kecil yang terdiri dari mahasiswa yang heterogen, yang bekerja sama untuk saling membantu satu sama lain dalam belajar. Metode pembelajaran ini merupakan alternatif yang ditawarkan untuk mengatasi kelemahan yang terdapat pada model pembelajaran tradisional. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa selain dapat meningkatkan prestasi belajar mahasiswa, *cooperative*

learning juga dapat meningkatkan kemampuan *noncognitive* seperti *self-esteem*, perilaku, toleransi dan dukungan bagi mahasiswa lain.

B. Identifikasi Masalah

Berdasar permasalahan di atas, dapat diidentifikasi permasalahan yang mendasari dalam penelitian ini, adalah:

- a. Minimnya pengetahuan dosen tentang strategi pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa diduga sebagai penyebab dosen masih menggunakan strategi pembelajaran konvensional.
- b. Pembelajaran konvensional kurang efektif untuk diterapkan dalam proses pembelajaran dengan pendekatan pembelajaran siswa aktif.
- c. Materi matakuliah Sistem Kendali Fuzzy memiliki tingkat abstraksi yang tinggi sehingga mahasiswa merasa kesulitan untuk mempelajari.
- d. Metode konvensional kurang mampu meningkatkan hasil belajar matakuliah Sistem Kendali Fuzzy.
- e. Kurangnya pemberian masalah dalam proses pembelajaran memungkinkan mahasiswa menjadi kurang mampu menghadapi permasalahan saat mengerjakan ujian.
- f. Masih perlu dilakukan upaya peningkatan efektivitas pembelajaran dalam rangka meningkatkan hasil belajar matakuliah Sistem Kendali Fuzzy.
- g. Proses pembelajaran yang kurang mengaktifkan mahasiswa untuk bekerjasama dalam penyelesaian masalah dimungkinkan sebagai penyebab rendahnya kemampuan mahasiswa dalam mengatasi permasalahan.

C. Batasan Masalah

Terbatasnya waktu, biaya dan luasnya permasalahan yang dikaji, maka penelitian ini dibatasi pada:

- a. Perancangan model robot *intelligent direct detector* yang tepat untuk media pembelajaran *problem base* pada matakuliah Sistem Kendali Fuzzy .
- b. Penerapan strategi pembelajaran kooperatif berbasis kasus dan pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap materi matakuliah Sistem Kendali Fuzzy.
- c. Strategi pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini untuk peningkatan aktivitas mahasiswa dalam proses pembelajaran adalah pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa untuk meningkatkan hasil belajarnya.

D. Perumusan Masalah

Dengan demikian, masalah yang dipertanyakan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pembelajaran kooperatif berbasis kasus dengan robot *IDD* dalam konteks pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa dapat meningkatkan aktivitas belajar mahasiswa?
2. Apakah peningkatan aktivitas belajar mahasiswa dapat berpengaruh terhadap hasil belajar mahasiswa yang dalam hal ini meningkatkan kemampuan kognitif mahasiswa ?

E. Tujuan Dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bukti empiris mengenai:

- a. Peningkatan aktivitas belajar mahasiswa melalui pembelajaran kooperatif berbasis kasus dengan robot *IDD* dalam konteks pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa pada matakuliah Sistem Kendali Fuzzy.
- b. Pengaruh aktivitas belajar mahasiswa terhadap hasil belajar mahasiswa dalam rangka meningkatkan kemampuan kognitif mahasiswa.

2. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penting yang diperoleh adalah perbaikan pada perangkat pembelajaran, strategi, metode, dan proses pembelajaran matakuliah Sistem Kendali Fuzzy. Manfaat lain adalah menggunakan media pembelajaran model robot yang representatif untuk mendukung proses pembelajaran berbasis kasus dan atau masalah, yang dapat mengarah pada terbentuknya kualitas pembelajaran dan kualitas keilmuan mahasiswa.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Manusia membutuhkan pendidikan dalam kehidupannya. Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara.

A. Proses Pembelajaran di Perguruan Tinggi

Pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran dapat diartikan juga sebagai kegiatan yang terprogram dalam desain *facilitating*, *empowering*, *enabling*, untuk membuat mahasiswa belajar secara aktif, yang menekankan pada sumber belajar. Pada tahap awal, pembelajaran bermanfaat sebagai pembuka pintu gerbang kemungkinan untuk menjadi manusia dewasa dan mandiri, berikutnya pembelajaran memungkinkan seorang manusia akan berubah dari “tidak mampu” menjadi “mampu” atau dari “tidak berdaya” menjadi “sumber daya.”

Sebagai salah satu wujud tanggung jawab atas kewajibannya, pendidik dituntut memilih metode pembelajaran yang paling akomodatif dan kondusif untuk mencapai sasaran dan filosofi pendidikan. Beberapa contoh sasaran pembelajaran adalah mendapatkan pengetahuan; mengembangkan konsep; memahami teknik analisis; mendapatkan *skill* dalam menggunakan konsep dan teknik; mendapatkan *skill* dalam memahami dan menganalisis masalah; mendapatkan *skill* dalam mensintesis rencana kegiatan dan implementasi; mengembangkan kemampuan untuk berkomunikasi; mengembangkan kemampuan untuk menjalin hubungan saling percaya; mengembangkan sikap tertentu; mengembangkan kualitas pola pikir; mengembangkan *judgment* dan *wisdom* (Dooley & Skinner, 1977 dalam Handoko, 2005).

Pembelajaran tradisional berangkat dari filosofi pedagogik “*wisdom can be told*.” Dalam konteks ini proses pembelajaran terpusat pada dosen. Namun, pola pusat pembelajaran pada dosen yang dipraktikkan pada saat ini memiliki *gap* dengan yang sebaiknya. Oleh karena itu, pembelajaran ke depan dapat didorong menjadi berpusat pada mahasiswa (*student-centered learning*, SCL) dengan memfokuskan pada tercapainya kompetensi yang diharapkan. Hal ini berarti mahasiswa harus didorong untuk memiliki motivasi dalam diri mereka sendiri, kemudian berupaya keras mencapai kompetensi yang diinginkan.

B. Pembelajaran Berpusat pada Mahasiswa (*Student-Centered Learning*)

Untuk menciptakan situasi pembelajaran yang efektif, Combs (1976) mengatakan bahwa dibutuhkan tiga karakteristik, yaitu:

1. Atmosfer kondusif untuk mengeksplorasi makna belajar. Peserta belajar harus merasa aman dan diterima. Mereka ingin memahami risiko dan manfaat dari mendapatkan ilmu pengetahuan dan pemahaman baru. Kelas harus kondusif untuk keterlibatan, interaksi, dan sosialisasi, dengan pendekatan yang menyerupai dunia bisnis.
2. Peserta belajar harus selalu diberi kesempatan untuk mencari informasi dan pengalaman baru. Kesempatan ini diberikan dalam bentuk mahasiswa tidak hanya sekedar menerima informasi, tapi mahasiswa didorong untuk mencari informasi.
3. Pemahaman baru harus diperoleh mahasiswa melalui proses *personal discovery*. Metode yang digunakan untuk itu harus sangat individu dan sesuai dengan personaliti dan gaya belajar mahasiswa yang bersangkutan.

C. Pembelajaran Berbasis Kasus (*Case-Based Learning*)

Kasus merupakan problem yang kompleks berbasis kondisi senyatanya untuk merangsang diskusi kelas dan analisis kolaboratif. Pembelajaran kasus melibatkan kondisi interaktif, eksplorasi mahasiswa terhadap situasi realistik dan spesifik. Ketika mahasiswa mempertimbangkan adanya suatu permasalahan berdasarkan analisis perspektifnya, mereka diarahkan untuk memecahkan pertanyaan yang tidak memiliki jawaban tunggal. Suatu kasus disebut sebagai kasus yang baik bila memiliki karakteristik sebagai berikut (Handoko, 2005):

1. Berorientasi keputusan: kasus menggambarkan situasi manajerial yang memerlukan suatu keputusan harus dibuat (segera), tetapi tidak mengungkap hasilnya.
2. Partisipasi: kasus ditulis dengan cara yang dapat mendorong partisipasi aktif mahasiswa dalam menganalisis situasi. Ini berbeda dengan cerita (*stories*) pasif yang hanya melaporkan berbagai peristiwa atau kejadian seperti apa adanya, tetapi tidak mendorong partisipasi.
3. Pengembangan diskusi: material kasus ditulis untuk memunculkan beragam pandangan dan analisis yang dikembangkan oleh para mahasiswa.
4. Substantif: kasus terdiri atas bagian utama yang membahas isu dan informasi lain.
5. Pertanyaan: kasus biasanya tidak memberikan pertanyaan, karena pemahaman atas apa yang seharusnya ditanya merupakan bagian penting analisis kasus.

Manfaat kasus dan metode kasus diterapkan sebagai metode pembelajaran adalah:

1. Kasus memberi kesempatan kepada mahasiswa pengalaman *firsthand* dalam menghadapi berbagai masalah nyata.

2. Kasus menyajikan berbagai isu nyata desain dan operasi sistem yang relevan yang dihadapi para mahasiswa.
3. Realisme kasus memberikan insentif bagi mahasiswa untuk lebih terlibat dan termotivasi dalam mempelajari material pembelajaran.
4. Kasus mengembangkan kapabilitas mahasiswa untuk mengintegrasikan berbagai konsep material pembelajaran, karena setiap kasus mensyaratkan aplikasi beragam konsep dan teknik secara integratif untuk memecahkan suatu masalah.
5. Kasus menyajikan ilustrasi teori dan materi kuliah sistem kendali fuzzy.
6. Metode kasus memberi kesempatan untuk berpartisipasi dalam kelas dan mendapatkan pengalaman dalam mempresentasikan gagasan kepada orang lain.
7. Kasus memfasilitasi pengembangan *sense of judgment*, bukan hanya menerima secara tidak kritis apa saja yang diajarkan dosen atau kunci jawaban yang tersedia di halaman belakang buku teks.
8. Kasus memberikan pengalaman yang dapat diterapkan pada situasi pekerjaan.

D. Pembelajaran Kooperatif (*Cooperative Learning*)

Ada tiga cara dasar bagaimana mahasiswa dapat berinteraksi satu sama lain, yaitu kompetitif, individualistik dan kooperatif. Mahasiswa dapat berkompetisi untuk melihat siapa yang terbaik, mereka dapat bekerja individualistik untuk mencapai tujuan tanpa memberi perhatian kepada mahasiswa lain, atau mereka dapat bekerjasama dan saling memberi perhatian. Smith dan MacGregor (1992) mendefinisikan *cooperative learning* sebagai “*the most carefully structured end of the collaborative learning continuum*” (Ravenscroft, 1995). Johnson, Johnson dan Holubec (1994) mendefinisikan *cooperative learning* sebagai “*the instructional use of small groups so that students work together to maximize their own and each other’s learning*” (Phipps *et al.*, 2001).

Berbagai riset tentang *cooperative learning* menunjukkan hasil yang konsisten bahwa *cooperative learning* akan meningkatkan prestasi, hubungan interpersonal yang lebih positif dan *self-esteem* yang lebih tinggi dibanding upaya kompetitif atau individualistik (Phipps *et al.*, 2001). Phipps *et al.* (2001) mencatat keberhasilan metode ini antara lain dari hasil riset Felder dan Brent (1996) yang menyatakan bahwa pendekatan ini meningkatkan motivasi untuk belajar, memori pengetahuan, kedalaman pemahaman dan apresiasi subyek yang diajar. Riset juga menunjukkan bahwa praktik *cooperative learning* mengarahkan mahasiswa pada pencapaian prestasi yang lebih tinggi, lebih efisien dan efektifnya proses dan pertukaran informasi, meningkatkan produktivitas, hubungan yang positif di antara mahasiswa, dan

membentuk saling percaya antar teman, dibandingkan dengan pengalaman pembelajaran kompetitif dan/atau individualistis (Potthast, 1999).

Upaya kooperatif diharapkan menjadi lebih produktif dibanding upaya kompetitif ataupun individualistis, bila upaya kooperatif tersebut berada di dalam kondisi tertentu. Kondisi ini kemudian merupakan elemen dasar terbentuknya *cooperative learning*. Kelima elemen dasar *cooperative learning* mencakup perlunya interdependensi positif; adanya interaksi tatap muka (*face-to-face interaction*), dimilikinya *individual accountability*, digunakannya *collaborative skills* dan adanya *group processing*.

E. Matakuliah Sistem Kendali Fuzzy

Sistem Kendali Fuzzy merupakan matakuliah keahlian berkarya yang ditawarkan bagi mahasiswa strata satu jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika semester 6. Matakuliah penunjang sebagai prasyarat untuk mengambil matakuliah ini adalah Matematika dan Pemrograman Komputer. Matakuliah Sistem Kendali Fuzzy mempelajari tentang upaya membuat suatu mesin berbasis mikroprosesor dapat bekerja menggunakan prinsip-prinsip kecerdasan yang diadopsi dari cara manusia menyelesaikan masalah. Matakuliah ini bersifat abstrak karena mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan integrasi sistem kendali, logika fuzzy, dan pemrograman komputer. Oleh karena itu dituntut kemampuan berfikir nalar dan logis, sehingga mahasiswa seringkali mengalami kesulitan. Di samping itu, materi matakuliah yang bersifat abstrak berupa algoritma matematika komputasi, juga membuat mahasiswa merasa kurang mampu memahami konsep-konsep dasar dari materi yang diberikan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut di atas, pembelajaran dengan menggunakan kasus diharapkan mampu memberi solusi yang baik. Dengan menggunakan pemilihan kasus-kasus yang tepat diharapkan mampu membantu mahasiswa dalam menyerap materi kuliah Sistem Kendali Fuzzy.

F. Sistem Cerdas (*Intelligent System*)

Sistem cerdas yang dimaksudkan di sini adalah suatu sistem yang dimiliki oleh mesin berbasis prosesor yang memiliki sifat cerdas. Sifat cerdas pada mesin ini dibuat/di program dengan teknik dan algoritma kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) yaitu salah satu bidang ilmu komputer yang khusus ditujukan untuk membuat mesin agar dapat menirukan kerja fungsi otak manusia (Luger, (2005: 8); Nilsson, (1980: 3)). Selanjutnya dikatakan bahwa prinsip dasar sistem cerdas adalah membuat mesin melalui teknik pemrograman tertentu agar mampu berpikir, mengambil keputusan yang tepat dan bertindak, dengan cara-cara seperti yang dilakukan oleh manusia. Bila mesin memiliki kecerdasan, maka mesin tersebut memiliki

kemampuan untuk memperoleh pengetahuan dan pandai melaksanakan pengetahuan yang dimiliki untuk menyelesaikan suatu permasalahan atau pengambilan keputusan sehari-hari.

Bagian utama kecerdasan adalah pengetahuan, yaitu: suatu informasi yang terorganisasi dan teranalisis yang diperoleh melalui belajar (pendidikan) dan pengalaman. Pengetahuan terdiri dari fakta, pemikiran, teori, prosedur dan hubungannya satu dengan yang lain. Pengetahuan-pengetahuan tersebut di dalam mesin dikumpulkan dalam basis pengetahuan atau pangkalan pengetahuan yang mendasari kemampuan untuk berfikir, menalar, dan membuat inferensi (mengambil keputusan berdasar pengalaman) dan membuat pertimbangan yang di dasarkan pada fakta dan hubungan-hubungannya yang terkandung dalam pangkalan pengetahuan tersebut.

Terdapat beberapa macam cabang ilmu kecerdasan buatan, yaitu: sistem pakar, logika fuzzy, jaringan syaraf tiruan, dan algoritma genetika. Dalam penelitian ini, selanjutnya yang dikembangkan adalah logika fuzzy. Pemilihan logika *fuzzy* digunakan sebagai pendekatan dalam sistem kendali, karena logika *fuzzy* cocok dan sesuai untuk solusi permasalahan yang memetakan nilai-nilai kualitatif mengenai sumber *input* ke dalam nilai-nilai kuantitatif.

G. Robot *Intelligent Direction Detector*

Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dahulu (Agfianto, 2010). Adapun tujuan pembuatan robot adalah 1) menciptakan tenaga kerja yang berkinerja tinggi dan dpt bekerja 24 jam. 2) menjalankan pekerjaan yang memerlukan ketelitian tinggi. 3) menggantikan manusia dalam pekerjaan yang bersifat rutin. 4) untuk dapat bekerja pada tempat yang berbahaya bagi manusia. Dan 5) sebagai media *entertainment* bagi manusia.

Robot memiliki bentuk dan jenis yang beragam, yaitu: 1) robot humanoid, adalah robot yang bentuknya menyerupai manusia, memiliki dua kaki, dua tangan dan bentuk badan seperti manusia, 2) Robot animaloid, adalah robot yang menyerupai binatang, baik pada perilaku maupun gerakannya, 3) Robot mesin, adalah robot yang biasanya tergantung pada kebutuhan maupun fungsi, 4) Robot *vehicls*, adalah bentuk robot yang memiliki roda untuk bergerak.

Berdasar teori tersebut di atas, dalam penelitian ini robot yang dikembangkan adalah robot jenis mesin yang dapat bekerja untuk mendeteksi arah dengan cerdas. Konstuksi robot yang dikembangkan berupa robot kepala manusia yang dilengkapi dengan deteksi arah suatu objek yang direpresentasikan dengan besarnya sudut putar. Deteksi dapat dilakukan oleh robot secara cerdas dengan menggunakan logika fuzzy.

H. Sistem Logika Fuzzy

Suatu penalaran yang dilakukan melalui adanya penambahan fakta baru akan mengakibatkan ketidak-konsistenan. Penalaran demikian disebut penalaran *non-monotonis*. Adapun ciri-cirinya adalah: a. mengandung ketidakpastian, b. adanya perubahan pada pengetahuan, c. adanya penambahan fakta baru menyebabkan perubahan konklusi yang sudah terbentuk. Untuk mengatasi ketidak pastian pada penalaran non-monotonis digunakan penalaran statistik, yakni: a. Probabilitas, theorema Bayes, b. Faktor Keyakinan (*certainty factor*), c. Teori Dempster-shafer. d. Maximum Likelihood.

Kemampuan *fuzzy logic* dalam menggambarkan kemampuan robot tidak menggunakan penalaran non-monotonis, melainkan menggunakan penalaran monoton. Melalui penalaran monoton, akan diperoleh tingkat kepastian mengenai kemampuan robot berdasarkan respon-respon yang diberikan sensor arah selama proses pencarian sumber arah. Faktor kepastian ini merupakan satu kesatuan *fuzzy logic* dalam rangka menggambarkan kemampuan robot. Jika ada 2 daerah *fuzzy* direlasikan dengan implikasi sederhana, yaitu:

JIKA x adalah A , MAKA y adalah B .

Fungsi transferanya dinyatakan dengan notasi

$$y = f((x,A),B).$$

Secara matematis dituliskan sebagai berikut:

$$\mu_A[x] = (x-a)/(b-a) = q \quad \text{sehingga} \quad \mu_B[y] = 1-2[(d-y)/(d-c)]^2 = q$$

Sistem inferensi atau disebut juga *fuzzy logic control* (FLC), merupakan sistem mekanisme *fuzzy logic* dalam proses pengambilan keputusan. Penelitian ini menggunakan sistem inferensi (FLC) model Tsukamoto (Yan, Ryan, & Power. (1994: 47)). Algoritma *fuzzy* untuk mendapatkan output, menurut metode ini ada empat tahapan, yaitu:

- a. Pembentukan himpunan *fuzzy* (fuzzifikasi). Dalam hal ini variabel input dan variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*. Pembentukan himpunan *fuzzy* didasarkan pada fungsi keanggotaan *fuzzy*.

- b. Aplikasi fungsi implikasi (aturan), yaitu; penerapan fungsi basis aturan yang didasarkan pada basis pengetahuan. Menurut metode Tsukamoto, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min (nilai terkecil).
- c. *Inferensi*, penegasan keputusan berdasar komposisi aturan. Komposisi aturan (*rule base*) merupakan kumpulan aturan yang digunakan sebagai dasar untuk melakukan inferensi. Apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan.
- d. *Defuzifikasi* adalah penegasan hasil inferensi berdasar pada nilai rata-rata terbobot.

I. Pertanyaan Dan Hipotesis Penelitian

Berdasar berbagai penjelasan teoritis tersebut di atas, maka pada penelitian tahap tahun ketiga ini dapat dirumuskan pertanyaan penelitian dan hipotesis dalam penelitian ini, sebagai berikut:

Bagaimanakah pembelajaran kooperatif berbasis kasus dengan model robot *IDD* dalam konteks pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa dapat meningkatkan aktivitas belajar mahasiswa, yang meliputi:

- a. Kualitas kerjasama, diskusi dan tanggung jawab mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan.
- b. Kualitas presentasi, visualisasi dan isi hasil kerja penyelesaian masalah ?
- c. Kualitas hasil belajar dalam hal kemampuan kognitif mahasiswa, yang tercermin dari kualitas nilai hasil belajar ?

Hipotesis Penelitian:

Ada pengaruh yang signifikan, keaktifan belajar mahasiswa dalam pembelajaran kooperatif berbasis kasus melalui robot *IDD* dalam konteks pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa, terhadap hasil belajar mahasiswa.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuasi eksperimen. Dalam pelaksanaannya, terdapat dua tahap yang dilakukan, yaitu: 1) Tahap persiapan pelaksanaan pembelajaran untuk mendukung pembelajaran dengan strategi pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa (*student centered learning/SCL*), dengan metode kooperatif berbasis kasus melalui model robot *IDD* 2) Tahap pelaksanaan pembelajaran dengan strategi pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa (*student centered learning/SCL*), dengan metode kooperatif berbasis kasus melalui model robot *IDD*. Pada tahap persiapan pelaksanaan pembelajaran, proses yang dilakukan adalah mempersiapkan perangkat pembelajaran beserta media yang digunakan dan skenario pembelajaran serta instrumen evaluasi.

Pada tahap pelaksanaan pembelajaran adalah melakukan kegiatan proses pembelajaran berdasar skenario yang sudah ditetapkan dan mengukur serta menilai ketercapaian hasil belajar agar dapat diketahui pengaruh pembelajaran kooperatif berbasis kasus melalui robot *IDD* dalam konteks pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa, terhadap hasil belajar mahasiswa. Disain penelitian menggunakan *post test single group design*.

B. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa yang mengikuti perkuliahan Sistem Kendali Fuzzy di jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika. Adapun Objek yang diteliti adalah aktivitas belajar dan hasil belajar mahasiswa. Sampel penelitian adalah mahasiswa kelas F angkatan th 2013 Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika.

C. Teknik Pengumpulan Data dan Instrumen Penelitian

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan pengamatan, tes, dan dokumentasi. Pengamatan dilakukan untuk melihat aktivitas belajar, tes untuk mengukur hasil belajar, dokumentasi untuk memperoleh data tentang mahasiswa.

Instrumen yang digunakan untuk penelitian ini adalah daftar *check list* yang digunakan untuk mencatat hasil pengamatan, soal-soal tes untuk ujian, dokumen yang diperlukan untuk data diri dan nilai mahasiswa.

D. Langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam kurun waktu 3 tahun, yang dirinci untuk penelitian *multi years*. Penelitian ini adalah tahap tahun ketiga dengan fokus: implementasi hasil tahun pertama dan tahun kedua.

Penelitian ini, merupakan penelitian lanjutan yang telah dilakukan dengan anggaran BOPTN. Adapun penelitian yang dilakukan sebagai modal dasar adalah pengembangan model robot IDD yang dilakukan dengan teknik pemrograman cerdas.

Penelitian ini dilakukan di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Pada penelitian tahun ketiga ini adalah implementasi pembelajaran dengan strategi pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa (*student centered learning/SCL*), dengan metode kooperatif berbasis kasus melalui model robot *IDD* untuk memperoleh keefektifan pembelajaran.

E. Teknik Analisis Data

Teknik analisis dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan menelaah data hasil penilaian terhadap proses pembelajaran. Data yang diperoleh dihitung nilai rata-rata dan simpangan bakunya. Nilai tersebut digunakan untuk menentukan batas-batas kategori mengenai proses pembelajaran yaitu:

Tabel 1: Rentang Nilai dan Kategori

No	Rentang	Kategori
1	75 s.d ≤ 100	Sangat Baik
2	50 s.d < 75	Baik
3	25 s.d < 50	Kurang
4	0 s.d < 25	Sangat Kurang

Teknik analisis data juga menggunakan statistik regresi untuk mengetahui pengaruh keaktifan belajar dengan strategi pembelajaran kooperatif SCL melalui pendekatan PBL.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

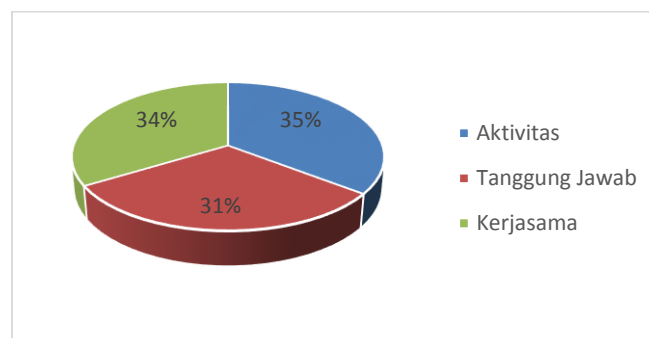
Hasil penelitian yang diperoleh pada tahun ketiga ini adalah (1) perangkat pembelajaran yang dikemas untuk pembelajaran dengan strategi yang berpusat pada mahasiswa (*student centered learning/SCL*), dengan metode kooperatif berbasis kasus melalui model robot *IDD* untuk mata kuliah Sistem Kendali Fuzzy. Adapun perangkat pembelajaran tersebut adalah (a) Sillabus Sistem Kendali Fuzzy, (b) Rencana Pembelajaran Semester/RPS, (c) hand out, Lab Sheet, Modul dan Instrumen Penilaian. (2) Data hasil observasi mengenai aktivitas pembelajaran dengan strategi yang berpusat pada mahasiswa (*student centered learning/SCL*), dengan metode kooperatif berbasis kasus melalui model robot *IDD*. (3) Data tanggapan mahasiswa terhadap model pembelajaran dan hasil belajar dengan strategi yang berpusat pada mahasiswa (*student centered learning/SCL*), dengan metode kooperatif berbasis kasus melalui model robot *IDD*. Data lengkap secara keseluruhan ada pada Lampiran laporan ini.

B. Deskripsi Data

Berdasar analisis deskriptif data observasi terhadap aktivitas belajar mahasiswa dalam proses pembelajaran kooperatif dengan problem base dan SCL, diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Untuk aktivitas belajar mahasiswa data yang diobservasi ada dua hal, yaitu: (a) keaktifan belajar yang meliputi: aktivitas, tanggung jawab, dan kerja sama; (b) hasil kerja yang meliputi: presentasi, visualisasi, dan isi/capaian hasil kerja.

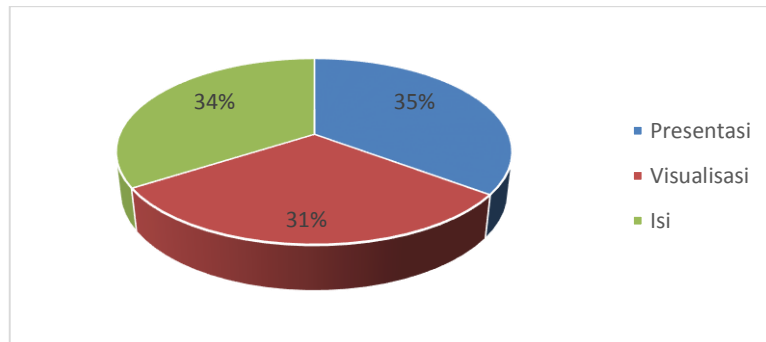
Berdasar hasil analisis data masing-masing diperoleh sebagai berikut:



Gambar 1: Aktivitas Belajar Mahasiswa

Berdasar analisis deskriptif diperoleh skor maksimum 12 dan skor minimum 3, sehingga diperoleh rata-rata ideal 7,5 dan simpang baku ideal 1,5. Dengan demikian dapat diperoleh distribusi frekuensi sebagai berikut:

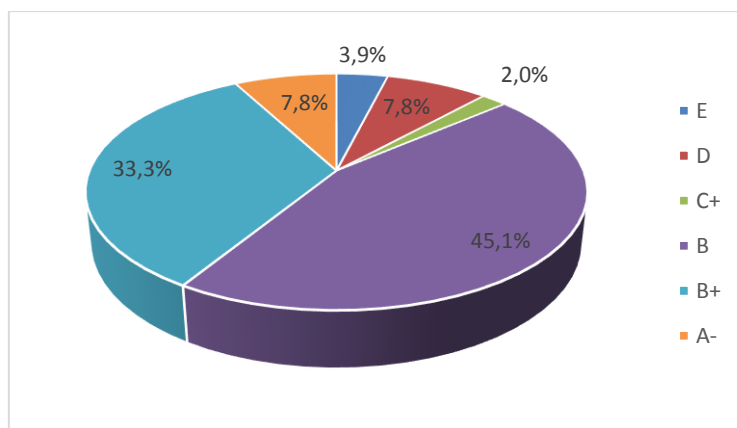
Rentang	Kategori	Frekuensi
3,00	Sangat Kurang	0
5,25	Kurang	0
7,50	Baik	3
9,75	Sangat Baik	48



Gambar 2: Hasil Kerja Mahasiswa

Berdasar analisis deskriptif diperoleh skor maksimum 12 dan skor minimum 3, sehingga diperoleh rata-rata ideal 7,5 dan simpang baku ideal 1,5. Dengan demikian dapat diperoleh distribusi frekuensi sebagai berikut:

Rentang	Kategori	Frekuensi
3,00	Sangat Kurang	0
5,25	Kurang	0
7,50	Baik	11
9,75	Sangat Baik	40



Gambar 3: Sebaran Kemampuan Kognitif Mahasiswa

- Berdasar analisis deskriptif terhadap hasil belajar mahasiswa diperoleh skor maksimum ideal 100 dan skor minimum ideal 0, sehingga diperoleh rata-rata ideal 50 dan simpang baku ideal 16,67. Dengan demikian dapat diperoleh distribusi frekuensi sebagai berikut:

Rentang	Kategori	Frekuensi
0	Sangat Kurang	0
25	Kurang	4
50	Baik	20
75	Sangat Baik	27

3. Berdasar analisis regresi terhadap data hasil belajar mahasiswa diperoleh nilai korelasi ($r = 0,871$), koefisien determinan ($R=0,758$), dan koefisien garis regresi ($b=3,246$) dan konstanta regresi ($a=0,8$).

Korelasi (r)	0,871
R	0,758
a	0,800
b	3,246

Sehingga diperoleh persamaan garis regresi: $Y = 0,8 + 3,246 X$

B. Pembahasan

Berdasar analisis data tersebut di atas, berikut ini akan dijelaskan mengenai penelitian tahap tahun ketiga ini, sebagai berikut:

1. Aktivitas belajar mahasiswa dalam pembelajaran kooperatif berbasis kasus dengan model robot *IDD* dalam konteks pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa, yang meliputi:
 - a. Kualitas kerjasama, diskusi dan tanggung jawab mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan.

Dari analisis di atas diperoleh bahwa aktivitas belajar yang meliputi aktivitas kerja 35%, tanggung jawab 31%, dan kerjasama 34%. Disamping itu juga diperoleh bahwa aktivitas belajar mahasiswa dengan kategori sangat baik (48 mahasiswa) dan kategori baik (3 mahasiswa). Hal itu berarti bahwa pembelajaran kooperatif berbasis kasus dengan model robot *IDD* dalam konteks pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa mampu meningkatkan aktivitas belajar sangat signifikan.

- b. Kualitas presentasi, visualisasi dan isi hasil kerja penyelesaian masalah.

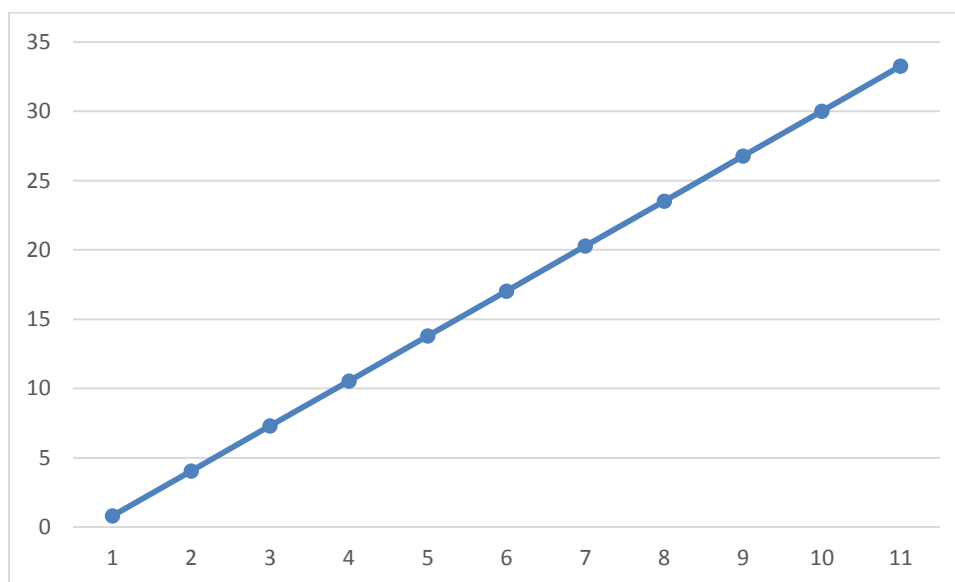
Dari analisis di atas diperoleh bahwa hasil kerja mahasiswa yang meliputi presentasi 35%, visualisasi 31%, dan isi/capaian 34%. Disamping itu, juga diperoleh bahwa hasil kerja mahasiswa dengan kategori sangat baik (40 mahasiswa) dan kategori baik (11 mahasiswa). Hal itu berarti bahwa pembelajaran kooperatif berbasis kasus dengan model robot *IDD* dalam konteks pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa mampu meningkatkan hasil kerja dengan sangat signifikan.

- c. Kualitas hasil belajar dalam hal kemampuan kognitif mahasiswa, yang tercermin dari kualitas nilai hasil belajar.

Dari analisis di atas diperoleh bahwa hasil belajar mahasiswa yang meliputi kategori kurang (4 mahasiswa), baik (24 mahasiswa), dan sangat baik (27 mahasiswa). Disamping itu, juga diperoleh bahwa hasil belajar mahasiswa dengan rata-rata (70,59) dan standard deviasi (11,47). Hal itu berarti bahwa pembelajaran kooperatif berbasis kasus dengan model robot *IDD* dalam konteks pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa mampu meningkatkan hasil belajar mahasiswa dengan sangat signifikan.

2. Pengaruh keaktifan belajar dalam pembelajaran kooperatif berbasis kasus melalui robot *IDD* dalam konteks pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa, terhadap hasil belajar mahasiswa.

Berdasar hasil analisis di peroleh nilai korelasi (r) sebesar 0,871. Hal itu artinya hubungan antara aktivitas belajar dengan hasil belajar sangat tinggi dan positif. Di sisi lain dengan nilai r sebesar itu berarti juga pengaruh aktivitas belajar terhadap hasil belajar sangat tinggi (75,79%). Untuk mengetahui linieritas pengaruhnya dapat diketahui dari persamaan garis regresinya. Berdasar nilai konstanta regresi (intersep) sebesar 0,8 dan koefisien regresi b 3,246 maka jika digambarkan garis regresinya di bawah ini. Dapat dilihat bahwa garis regresinya menunjukkan kenaikan hasil belajar yang cukup tajam dengan kenaikan nilai aktivitas belajar.



Gambar 4. Pengaruh Aktivitas Belajar terhadap Hasil Belajar Mahasiswa

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

1. Aktivitas belajar mahasiswa dalam pembelajaran kooperatif berbasis kasus dengan model robot *IDD* dalam konteks pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa, yang meliputi:
 - a. Kualitas kerjasama 35%, diskusi 31% dan tanggung jawab 34% mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan. Aktivitas belajar mahasiswa dengan kategori sangat baik (48 mahasiswa) dan kategori baik (3 mahasiswa). Hal itu berarti bahwa pembelajaran kooperatif berbasis kasus dengan model robot *IDD* dalam konteks pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa mampu meningkatkan aktivitas belajar sangat signifikan.
 - b. Kualitas presentasi 35%, visualisasi 31% dan isi hasil kerja mahasiswa 34% dalam penyelesaian masalah. Disamping itu, juga diperoleh bahwa hasil kerja mahasiswa dengan kategori sangat baik (40 mahasiswa) dan kategori baik (11 mahasiswa). Hal itu berarti bahwa pembelajaran kooperatif berbasis kasus dengan model robot *IDD* dalam konteks pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa mampu meningkatkan hasil kerja dengan sangat signifikan.
 - c. Kualitas hasil belajar dalam hal kemampuan kognitif mahasiswa, yang tercermin dari kualitas nilai hasil belajar. mahasiswa yang meliputi kategori kurang (4 mahasiswa), baik (24 mahasiswa), dan sangat baik (27 mahasiswa). Disamping itu, juga diperoleh bahwa hasil belajar mahasiswa dengan rata-rata (70,59) dan standard deviasi (11,47). Hal itu berarti bahwa pembelajaran kooperatif berbasis kasus dengan model robot *IDD* dalam konteks pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa mampu meningkatkan hasil belajar mahasiswa dengan sangat signifikan.
2. Pengaruh keaktifan belajar dalam pembelajaran kooperatif berbasis kasus melalui robot *IDD* dalam konteks pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa, terhadap hasil belajar mahasiswa sangat tinggi dan positif. Pengaruh aktivitas belajar terhadap hasil belajar sangat tinggi (75,79%). Hal itu dapat diketahui dari persamaan garis regresinya dengan nilai konstanta regresi (intersep) 0,8 dan koefisien regresi b 3,246. Dapat dilihat bahwa garis regresinya menunjukkan kenaikan hasil belajar yang cukup tajam dengan kenaikan nilai aktivitas belajar.

B. Saran

1. Bagi mahasiswa, mengingat tingginya pengaruh keaktifan belajar terhadap hasil belajar, sebaiknya mahasiswa perlu membentuk kelompok-kelompok belajar untuk membahas materi dan permasalahan yang diberikan dosen.

2. Bagi dosen, agar mahasiswa tetap aktif belajar perlu kiranya dosen menyediakan media yang riil dan kontekstual dengan permasalahan-permasalahan yang *up to date* sehingga “menantang” mahasiswa untuk aktif belajar.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2004. *Tanya Jawab Seputar Unit dan Proses Pembelajaran di Perguruan Tinggi*. Bagian Kurikulum Depdiknas Dirjen Dikti Direktorat Pembinaan Akademik dan Kemahasiswaan
- _____. 2003. *Kerangka Pengembangan Pendidikan Tinggi Jangka Panjang 1996-2005*. Depdiknas
- Baer, John. Grouping and Achievement in Cooperative Learning. *College Teaching*. Vol.51, No. 4
- Chong, Vincent K. 1999. Cooperative Learning: *The Role of Feedback and Use of Lecture Activities on Student's Academic Performance*.
- Cook, Ellen D., Anita C. Hazelwood. 2002. An Active Learning Strategy for the Classroom—“Who Wants to Win...Some Mini Chips Ahoy?” *Journal of Accounting Education* 20 pp. 297-306.
- Dewajani, Sylvi. 2005. Belajar Mandiri, Belajar Aktif, Strategi Kognitif. *Makalah* disampaikan pada Pelatihan *Active Learning* yang diselenggarakan PHK A3 Jurusan IESP Undip di Semarang.
- _____. 2005. Paradigm Shift. *Makalah* disampaikan pada Pelatihan *Active Learning* yang diselenggarakan PHK A3 Jurusan IESP Undip di Semarang.
- _____. 2005. Case-Based Learning. *Makalah* disampaikan pada Pelatihan *Active Learning* yang diselenggarakan PHK A3 Jurusan IESP Undip di Semarang.
- Handoko, Hani. 2005. *Metode Kasus dalam Pengajaran (Manajemen)*, *Makalah* disampaikan pada Lokakarya Peningkatan Kemampuan Penyusunan dan Penerapan Kasus untuk Pengajaran, Semarang 23 November.
- Lancaster, Kathryn A.S. and Carolyn A. Strand. 2001. Using the Team Learning Model in Phipps, Maurice *et al.* 2001. University Students' Perception of Cooperative Learning: Implications for Administrators and Instructors. *The Journal of Experiential Education*. Spring, Vol. 24 No. 1, p.14-21.
- _____. 1997. In Support of Cooperative Learning. *Issues in Accounting Education*. Spring Vol. 12, No. 1, p. 187-190.
- Luger. 2005. *Artificial intelligence*. USA: John Wesley Addison.
- Nie J, dan Linkens D. (1998). *Fuzzy neural control, principles, algorithms and applications*. New Delhi: Prentice Hall of India.
- Nils J Nilsson, 1980. *Principles of artificial intelligence*. California: Tioga Publishing & Co
- Pressman, R.S. (1997). *Software engineering, a practitioner's approach*. USA: Mc. Graw hill Book Inc.

- Rao, V. B; & Rao H. V; 1993. *Neural networks and fuzzy logic*. New York: Henry Holt & Co, Inc.
- Rich. E. & Knight, K. 1991. *Artificial intelligence*. Edisi 2. New York: Mc. Graw-Hill Inc.
- Rolston, D.W. (1988). *Principles of Artificial Intelligence And Expert Systems Development*. Singapore: Mc. Graw Hill Book Co.
- Roger T. and David W. Johnson. 1994. An Overview of Cooperative Learning in *Creativity and Collaborative Learning*, Brookes Press, Baltimore.
- Ross, T. J; 1995. *Fuzzy logic with engineering applications*. USA: Mc. Graw-Hill, Inc.
- Russell, S; dan Norvig, P. 2003. *Artificial intelligence a modern approach*. International Edition, Edisi 2. New Jersey: Pearson Prentice-Hall Education International.
- Terano, T; Asai, K; & Sugeno, M. 1992. *Fuzzy systems theory and its applications*. USA: Academic Press, Inc.
- Yumarma, Andreas, 2006. Pedagogi Pasca-UU Guru dan Dosen. *Kompas*, Selasa, 17 Januari.
- _____ dkk. 2002. *Desain Pembelajaran di Perguruan Tinggi*. CTSD Yogyakarta.
- Zaini, Hisyam, Bermawi Munthe, Sekar Ayu Aryani. 2002. *Strategi Pembelajaran Aktif*. Edisi Revisi. CTSD Yogyakarta.

SILABUS

Mata Kuliah

- a. Nama mata kuliah : Sistem Kendali Fuzzy
- b. Semester : VI
- c. Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro/Teknik Elektro/ Pendidikan Teknik Mekatronika
- d. Dosen Pengampu : Dr. Haryanto, M.Pd., M.T.

I. Deskripsi Mata Kuliah :

Mata kuliah ini mempelajari: pengertian, komponen-komponen, model-model, dan penerapan sistem kendali fuzzy untuk permasalahan sederhana hingga kompleks.

Pengertian sistem kendali fuzzy meliputi: definisi dan konsep dasar tentang kendali fuzzy, mendefinisikan masalah dalam ruang keadaan, representasi pengetahuan, metode pencarian, dan faktor ketidakpastian. Komponen-komponen sistem kendali dan sistem fuzzy meliputi unit-unit yang digunakan untuk membangun sistem kendali fuzzy yang antara lain: unit antarmuka, sistem inferensi, basis pengetahuan dan basis data. Model-model kendali fuzzy meliputi macam-macam metode/cara yang dapat digunakan untuk mengembangkan sistem kendali fuzzy.

II. Kompetensi:

Mahasiswa paham terhadap pengertian dan konsep dasar sistem kendali fuzzy, dan dapat menerapkannya untuk mengembangkan sistem kecerdasan buatan pada perangkat sederhana dengan menggunakan model/metode/cara yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi.

III. Indikator Pencapaian Kompetensi:

1. Aspek kognitif dan kecakapan berfikir:

1. Dapat menerapkan pengetahuan sistem cerdas untuk mengidentifikasi dan menjelaskan cara kerja komponen-komponen sistem cerdas.
2. Dapat menganalisis sistem inferensi yang digunakan pada permasalahan sistem cerdas sederhana.
3. Dapat mendisain sistem cerdas untuk permasalahan sederhana menggunakan model-model sistem cerdas yang ada.

2. Aspek psikomotor:

Kemampuan membuat program sederhana mengenai sistem cerdas untuk permasalahan sederhana menggunakan model-model sistem cerdas yang ada dengan menggunakan program Excel, Matlab dan atau bahasa pemrograman Pascal/C.

3. Aspek afektif , kecakapan sosial, dan kecakapan personal:

1. Keruntutan uraian hasil pekerjaan
2. Kerapian hasil kerja dan atau penulisan program
3. Ketepatan *layout* tulisan dan atau tampilan hasil kerja

IV. Sumber Belajar (alat/bahan/media)

1. Bowen K. A; 1991. *Prolog and expert systems*. International Edition. Singapore: Mc. Graw-Hill.
2. Fausett, L. 1994. *Fundamentals of neural networks (Architectures, Algorithms, and Applications)*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
3. Luger. 2005. *Artificial intelligence*. USA: John Wesley Addison.
4. Michalewicz, Z. 1996. *Genetic algorithms + data structures = Evolution Programs*. Springer-Verlag.

5. Rao, V. B; & Rao H. V; 1993. *Neural networks and fuzzy logic*. New York: Henry Holt & Co, Inc.
6. Rich. E. & Knight, K. 1991. *Artificial intelligence*. Edisi 2. New York: Mc. Graw-Hill Inc.
7. Ross, T. J; 1995. *Fuzzy logic with engineering applications*. USA: Mc. Graw-Hill, Inc.
8. Russell, S; dan Norvig, P. 2003. *Artificial intelligence a modern approach*. International Edition, Edisi 2. New Jersey: Pearson Prentice-Hall Education International.
9. Terano, T; Asai, K; & Sugeno, M. 1992. *Fuzzy systems theory and its applications*. USA: Academic Press, Inc.

V. Penilaian

Butir-butir penilaian terdiri dari:

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| A. Tugas mandiri | : Pekerjaan rumah 4X |
| B. Tugas proyek (kelompok) | : Pembuatan program sederhana 1X |
| C. Partisipasi dan Kehadiran Kuliah | : 75% masuk utk syarat ujian |
| D. Hasil Praktek | : - |
| E. Ujian Mid Semester | : Materi Mg ke-1 s.d Mg ke-5 |
| F. Ujian Akhir Semester | : Materi Mg ke-7 s.d Mg ke-15 |
| G. Tugas tambahan | : - |

Tabel ringkasan bobot penilaian:

No	Jenis Penilaian	Skor Maksimum
1	Presensi (min 75%)	10%
2	Tugas harian	25%
3	Partisipasi individu	15%
4	UTS	25%
	UAS	25%

VI. Skema kerja:

Mg	Kompetensi dasar	Materi dasar	Strategi perkuliahan
1,2	Paham terhadap konsep dasar sistem kendali fuzzy	Pengertian dan definisi sistem kendali fuzzy Mendefinisikan masalah dalam ruang keadaan	Ceramah, demo, diskusi, tanya-jawab
3	Paham terhadap komponen-komponen sistem kendali fuzzy	Representasi pengetahuan	Ceramah, demo, diskusi, tanya-jawab, tugas 1
4	Paham terhadap analisis fuzzy	Himpunan fuzzy, fungsi keanggotaan fuzzy	Ceramah, demo, diskusi, tanya-jawab.
5,6	Fuzzy logic controller	Model-model FLC	Ceramah, demo, diskusi, tanya-jawab.
7	UJIAN TENGAH SEMESTER		
8,9,10	Paham terhadap konsep dasar aplikasi kendali fuzzy	Analisis kendali Fuzzy	Ceramah, demo, diskusi, tanya-jawab, tugas 3
10,11,12,13	Paham terhadap konsep dasar robotika	Analisis dasar-dasar robotika	Ceramah, demo, diskusi, tanya-jawab, tugas 4
14,15	Paham terhadap konsep dasar aplikasi kendali fuzzy	Konsep dasar aplikasi kasus kendali robot fuzzy	Ceramah, demo, diskusi, tanya-jawab, tugas 5
16	UJIAN AKHIR SEMESTER		

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

Mata Pelajaran	: Sistem Kendali Fuzzy
Semester	: Genap
Komsemtrasi	: Kendali Industri
Materi Pokok	: <i>Fuzzy Logic Controller</i>
Alokasi Waktu	: 6 x 4 JP

A. Kompetensi Inti (KI)

KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI 2 : Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerjasama, cinta damai, responsif dan pro-aktif) dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

KI 3 : Memahami dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar dan Indikator

1.1 Bertambah keimanannya dengan menyadari hubungan keteraturan dan kompleksitas alam dan jagad raya terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya

- 1.2 Menyadari kebesaran Tuhan yang mengatur karakteristik fenomena sistem kendali dari besaran yang samar-samar (*fuzzy*)
- 2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan berdiskusi
- 2.2 Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan
3. Menganalisis sifat kendali *fuzzy* dalam kehidupan sehari-hari

Indikator:

- Menjelaskan karakteristik sistem kendali
 - Menentukan himpunan *fuzzy*
 - Menentukan fungsi keanggotaan
 - Menyimpulkan percobaan secara komputasi
 - Menentukan fungsi penalaran dan *fuzzy logic controller*
 - Menyimpulkan percobaan sistem kendali *fuzzy*
4. Mengolah dan menganalisis hasil percobaan tentang kendali robot intelligent direct detector

Indikator:

- Melakukan percobaan kendali robot
- Mengolah dan menyajikan data percobaan
- Menyajikan hasil percobaan
- Melakukan percobaan kendali robot *intelligent direct detector*
- Mengolah data percobaan
- Menyajikan hasil percobaan

C. Tujuan Pembelajaran

Melalui proses mengamati, menanya, mencoba, menalar dan mengomunikasikan, peserta didik (Mahasiswa) dapat:

- Mengumpulkan materi untuk kebutuhan sistem
- Menjelaskan rancangan sistem kendali fuzzy
- Menentukan tujuan sistem yang hendak dibuat
- Melakukan percobaan untuk memperoleh data
- Mengolah data percobaan untuk mengetahui keberhasilan praktikum
- Menyajikan hasil percobaan berdasar anaalisis data yang telah dilakukan
- Menyimpulkan keberhasilan praktikum

D. Materi Pembelajaran

- Pengantar Logika fuzzy
- Himpunan fuzzy
- Fungsi keanggotaan
- Sistem penalaran
- Fuzzy logic controller
- Kendali Robot intelligent direct detector

Konsep

- Pengertian logika fuzzy
- Fuzzy logic controller
- Kendali robot

Prinsip

- Logika fuzzy
- Kendali fuzzy
- Robotika

Prosedur

- Percobaan penalaran fuzzy
- Percobaan kendali robot

E. Metode Pembelajaran

- Demonstrasi
- Eksperimen
- Diskusi kelompok
- Tanya jawab

F. Media, Alat dan Sumber Belajar

- Media : cetak, elektronik (internet), multimedia interaktif
- Alat : model robot.
- Sumber Belajar : modul, hands out, dan job sheet

G. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran

Tabel 3: Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran

Rincian Kegiatan	Waktu
Pendahuluan <ul style="list-style-type: none">• Merefleksi hasil kompetensi (KD) sebelumnya tentang• Menjelaskan kaitan KD sebelumnya dengan KD yang akan dipelajari• Menyampaikan tujuan pembelajaran• Bertanya dan menagih secara lisan tugas baca mencari informasi tentangmelalui berbagai sumber (buku, internet, atau modul)• Melaksanakan pretes tentang karakteristik	50 menit
Kegiatan Inti <i>Mengamati</i> <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik menyimak peragaan dan menjawab pertanyaan• <i>Dosen menilai keterampilan peserta didik mengamati</i> <i>Menanya</i>	160 menit

Rincian Kegiatan	Waktu
<ul style="list-style-type: none"> Siwa mendiskusikan <p><i>Mencoba</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik dibagi dalam kelompok kecil, masing-masing terdiri atas 3 orang Peserta didik dalam kelompok diberi kasus Peserta didik mencermati demonstrasi percobaan. Perwakilan kelompok mencatat hasil. Masing-masing kelompok diberikan dua masalah <i>Dosen menilai sikap peserta didik dalam kerja kelompok dan membimbing/menilai keterampilan mencoba, menggunakan alat, dan mengolah data, serta menilai kemampuan peserta didik menerapkan konsep dan prinsip dalam pemecahan masalah</i> <p><i>Mengasosiasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Peserta didik menyimpulkan Masing-masing kelompok berdiskusi <i>Dosen membimbing/menilai kemampuan peserta didik mengolah data dan merumuskan kesimpulan</i> <p><i>Mengomunikasikan</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Perwakilan dari dua kelompok menyampaikan hasil hitungan dan kesimpulan diskusi Kelompok mendiskusikan pemecahan masalah <i>Dosen menilai kemampuan peserta didik berkomunikasi lisan</i> 	
<p>Penutup</p> <ul style="list-style-type: none"> Bersama peserta didik menyimpulkan Memberikan tugas baca tentang materi yang akan datang Melaksanakan postes 	30 menit

H. Penilaian

1. Mekanisme dan prosedur

Penilaian dilakukan dari proses dan hasil. Penilaian proses dilakukan melalui observasi kerja kelompok, kinerja presentasi, dan laporan tertulis. Sedangkan penilaian hasil dilakukan melalui tes tertulis.

2. Aspek dan Instrumen penilaian

Instrumen observasi menggunakan lembar pengamatan dengan fokus utama pada aktivitas dalam kelompok, tanggungjawab, dan kerjasama.

Instrumen kinerja presentasi menggunakan lembar pengamatan dengan fokus utama pada aktivitas peran serta, kualitas visual presentasi, dan isi presentasi

Instrumen laporan praktik menggunakan rubrik penilaian dengan fokus utama pada kualitas visual, sistematika sajian data, kejujuran, dan jawaban pertanyaan.

Instrumen tes menggunakan tes tertulis uraian dan/atau pilihan ganda

Format Nilai:

1. Kehadiran : 5%
2. Kebenaran data : 20%
3. Analisis data : 30%
4. Kesimpulan : 30%
5. Laporan : 15%

Yogyakarta, Mei 2015

Ketua Jurusan Diknik Elektro

Dosen,

.....

Dr. Haryanto, M.Pd., M.T.

NIP.

NIP. 19620310 198601 1 001

Catatan

.....
.....
.....

MODUL PRAKTIKUM



SISTEM KENDALI FUZZY ROBOT INTELLIGENT DIRECT DETECTOR BERBASIS LOGIKA FUZZY



**JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2014
MODUL
SISTEM KENDALI FUZZY
ROBOT INTELLIGENT DIRECT DETECTOR
BERBASIS LOGIKA FUZZY**

A. Identitas Mata Kuliah

Mata Kuliah	: Sistem Kendali Fuzzy
SKS	: 2
Semester	: 4

Jumlah Tatap Muka : 16 X 4 X 50 menit
Dosen Pengampu : Dr. Haryanto, M.Pd., M.T.

A. Tujuan

1. Mahasiswa mampu menganalisis hardware untuk direct detector.
2. Mahasiswa mampu menerapkan logika fuzzy ke modul direct detector.
3. Mahasiswa mampu menyelesaikan program logika fuzzy sesuai dengan metode yang bervariasi.
4. Mahasiswa mampu menganalisis kesalahan program sehingga dapat berjalan sesuai yang diharapkan.

B. Tinjauan Teoritis

1. Penggunaan Logika Fuzzy Untuk Direct Detection

Logika Fuzzy merupakan bentuk dari banyak hasil logika. Logika ini berhubungan dengan penalaran yang menerapkan perkiraan daripada tetap dan tepat. Dibandingkan dengan perhitungan biner yang terdiri dari bilangan 1 dan 0, bilangan fuzzy dapat berkisar antara 1 dan 0.

Orang Jepang adalah orang pertama yang memanfaatkan logika fuzzy untuk aplikasi praktis. Aplikasi penting pertama adalah di kereta kecepatan tinggi di Sendai, di mana logika fuzzy mampu meningkatkan ekonomi, kenyamanan, dan ketepatan perjalanan.

Pada praktek ini penggunaan logika fuzzy dimaksudkan untuk mengoptimalkan arah putaran dari motor stepper agar menunjuk derajat yang diinginkan dan tepat. Masukan berupa tegangan sebesar 5V dari potensiometer akan terbaca pada ADC mikrokontroler yaitu 0 – 255.

Pada awal kali bekerja alat Direct Detector akan berputar sampai menyentuh limit switch. Limit switch adalah yang memberikan batas titik nol derajat alat ini

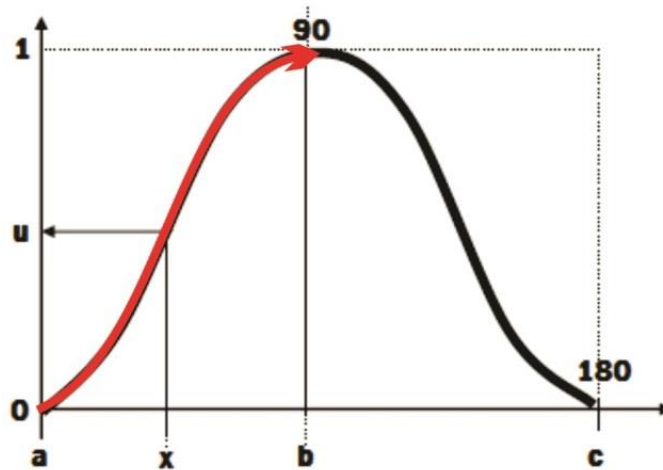
sehingga putaran motor dapat sesuai dengan hasil derajat yang diharapkan. Apabila putaran sudah mencapai limit switch dan mengaktifkannya maka input ADC akan didapatkan dari potensio sebagai masukan untuk control fuzzy dalam alat ini. Input tanpa sebuah control tidak akan mendapatkan hasil yang diharapkan. Untuk mencapai hasil yang diinginkan maka diperlukan alat untuk mencapainya yang berupa program control. Program control yang dimaksudkan adalah program logika fuzzy. Berikut ini adalah langkah – langkah pembuatan fuzzy logic dengan metode tsukamoto non linear tipe pi :

a. Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi adalah letak titik derajat keanggotaan dari sebuah nilai dalam suatu variabel berdasarkan batasan domain pada suatu variabel. Terdapat 2 variabel masukan yaitu Error(UR) dan Delta Error(WD) yang dipecah dari satu masukan potensio. Variabel ini masing – masing memiliki 2 domain yaitu Pertumbuhan dan Penyusutan. Sehingga untuk satu variabel yang digunakan juga memiliki 2 derajat keanggotaan, yaitu μ -Pertumbuhan dan μ -Penyusutan. Dalam mencari derajat keanggotaannya tersebut dapat kita gambarkan dalam grafik fuzzy seperti berikut :

1) μ -pertumbuhan

Dalam mencari μ –pertumbuhan menggunakan rumus fuzzy non linier pertumbuhan.



Keterangan :

x = nilai variabel masukan b = batas tengah domain

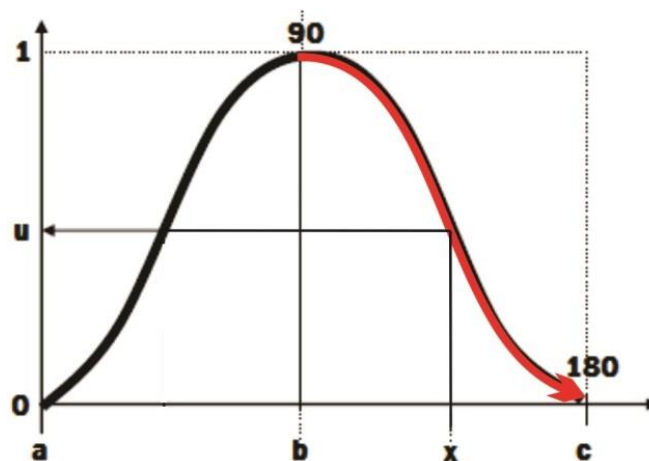
u = derajat keanggotaan c = batas max domain

a = batas min domain

$$u = 1 * ((b - x) / (b - a))^2$$

2) μ -penyusutan

Dalam mencari μ -penyusutan menggunakan rumus fuzzy non linier penyusutan.



x = nilai variabel masukan b = batas tengah domain

u = derajat keanggotaan c = batas atas domain

a = batas bawah domain

$$u = 1 - 1 * ((b - x) / (b - c))^2$$

b. Pembuatan Rule Base

Rule Base dibuat untuk menentukan keluaran fuzzy logic. Rule Base diperoleh dengan membandingkan masukan dan keluaran. Rule Base harus sesuai dengan kondisi aslinya karena kondisi asli akan menunjukkan hasil yang semestinya.

Pada Direct Detector ini terdapat 2 variabel dengan 2 domain sehingga terdapat 4 rule. Berikut adalah rule yang terbentuk :

1) Untuk derajat $0^{\circ} - 90^{\circ}$

IF Error tumbuh (Min) AND Delta Error tumbuh (Min) THEN Derajat Naik(Mid).

$$A1 = \min(u1, u3) \quad Z1 = \text{Mid}$$

IF Error tumbuh (Min) AND Delta Error susut (Max) THEN Derajat Turun(Min).

$$A2 = \min(u1, u4) \quad Z2 = \text{Min}$$

IF Error susut (Mid) AND Delta Error tumbuh (Min) THEN Derajat Naik(Mid).

$$A3 = \min(u2, u3) \quad Z3 = \text{Mid}$$

IF Error susut (Mid) AND Delta Error susut (Mid) THEN Derajat Naik(Mid).

$$A4 = \min(u2, u4) \quad Z4 = \text{Mid}$$

2) Untuk derajat $90^{\circ} - 180^{\circ}$

IF Error tumbuh (Mid) AND Delta Error tumbuh (Mid) THEN Derajat Turun(Max).

$$A1 = \min(u1, u3) \quad Z1 = \text{Max}$$

IF Error tumbuh (Mid) AND Delta Error susut (Max) THEN Derajat Naik(Mid).

$$A2 = \min(u1, u4) \quad Z2 = \text{Mid}$$

IF Error susut (Max) AND Delta Error tumbuh (Mid) THEN Derajat Turun(Max).

$$A3 = \min(u2, u3) \quad Z3 = \text{Max}$$

IF Error susut (Max) AND Delta Error susut (Max) THEN Derajat Turun(Max).

$$A4 = \min(u2, u4) \quad Z4 = \text{Max}$$

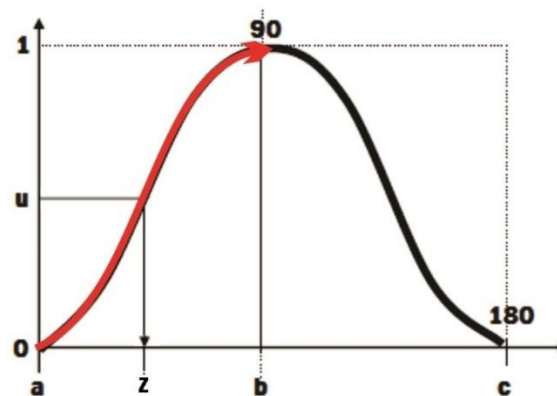
c. Defuzzyfikasi

Defuzzyfikasi merupakan proses pemunculan kembali nilai setelah diproses menggunakan rumus fuzzy. Nilai yang sebelumnya samar - samar akan diubah menjadi jelas.

Pada alat ini digunakan rumus untuk menemukan fungsi pertumbuhan dan penyusutan.

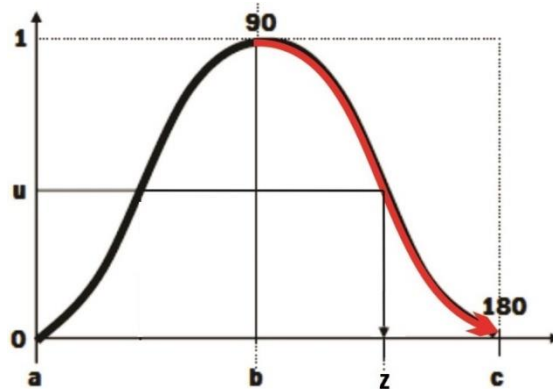
Proses defuzzyfikasi pada Direct Detector ini dapat digambarkan sebagai berikut :

1) Fungsi pertumbuhan



$$Z = b - (b - a) * u$$

2) Fungsi penyusutan



$$Z = (b - c) * u + c$$

Kemudian rumus ini digunakan untuk menemukan Z1 – Z4.

d. Rerata Berbobot

Rerata berbobot merupakan step terakhir dari perhitungan fuzzy ini. Dari semua hasil yang dicari kemudian diambil rata – rata dengan rumus:

$$Z(Output) = \frac{\sum(Z_i \times A_i)}{\sum(A_i)}$$
$$Z(Output) = \frac{(Z1 \times A1 + Z2 \times A2 + Z3 \times A3 + Z4 \times A4)}{(A1 + A2 + A3 + A4)}$$

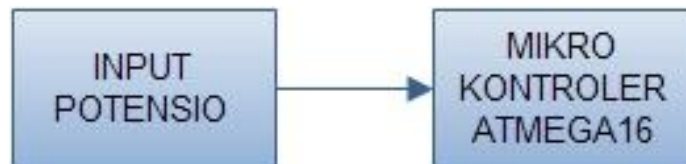
Setelah Output didapatkan maka langkah selanjutnya adalah memasukan pada penggerak motor.

2. Perangkat Keras Direct Detection

Perangkat keras yang digunakan intinya adalah sensor/input untuk ADC, unit processing seperti mikrokontroller, dan actuator berupa motor stepper. Jalan dari system ini berurutan kerjanya mulai dari input potensio, sensor kemudian menuju penggerak.

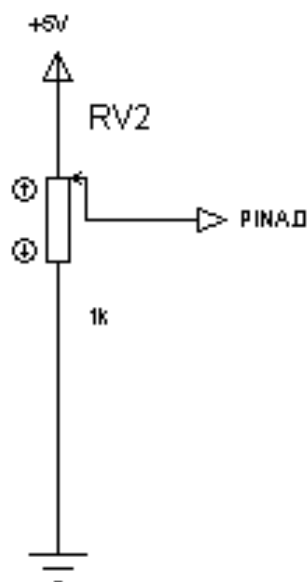
a. Sensor/input

Sensor/input disini menggunakan sebuah potensio dengan sumber 5V tetapi pada kenyataannya hanya 3,2V yang dapat dialirkan. Kemudian input tersebut disambungkan dengan input ADC pada PINA 0 pada mikrokontrol.



Gambar 1. Diagram kerja potensio

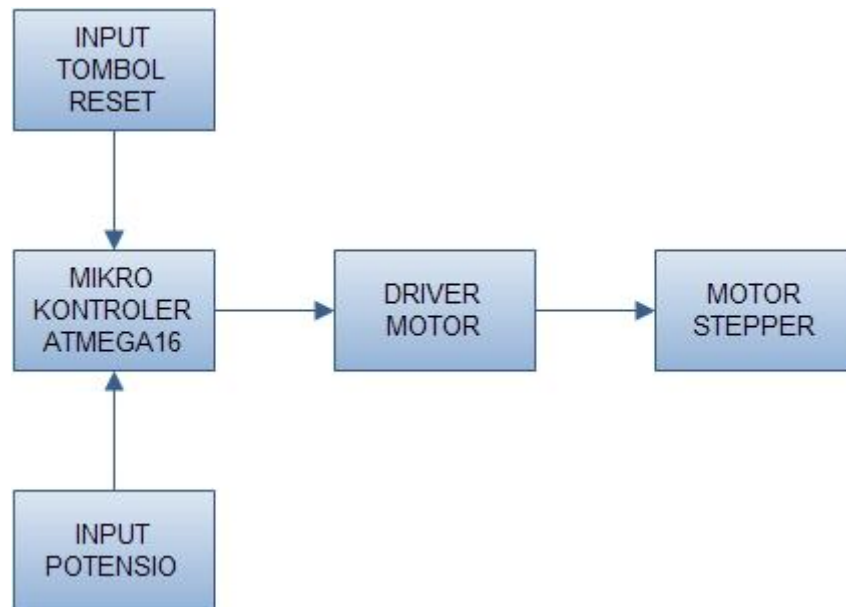
Input dari potensio akan bias digunakan setelah motor bergerak pada titik nol derajat dan menyentuh limit switch untuk mengaktifkan fungsi potensio. Potensio akan menjadi pengganti dari sensor. Keluaran dari potensio akan masuk ke mikrokontroler di PINA.0 dan diolah datanya kedalam fuzzy untuk penggerakan motor.



Gambar 2. Input sinyal potensio

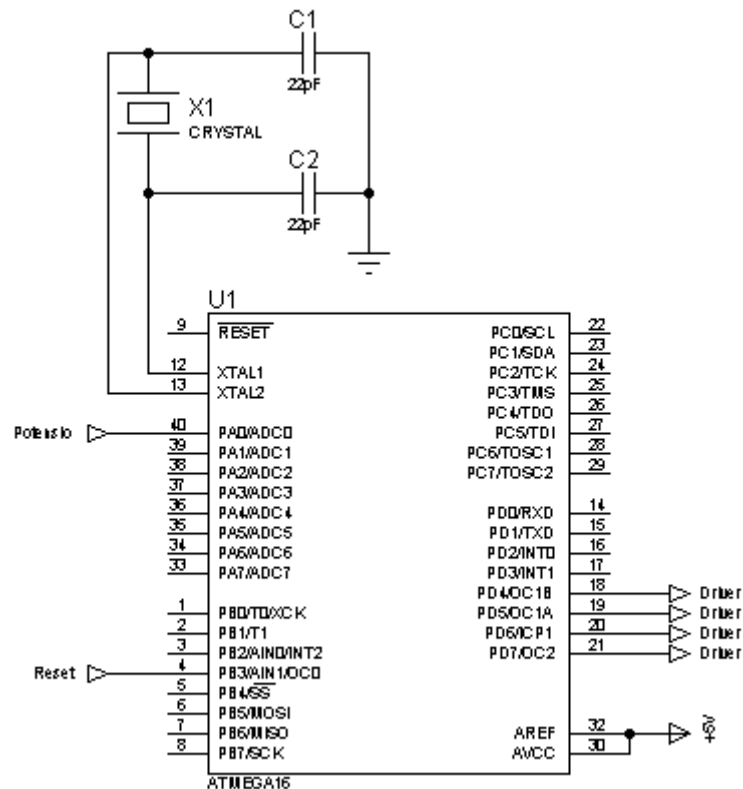
b. Unit Processing

Unit processing disini yang dimaksudkan adalah rangkaian system minimum mikrokontroller yang difungsikan sebagai pemroses data. Semua proses control baik input dan output dikontrol pada bagian mikrokontroller.



Gambar 3. Diagram kerja unit proses

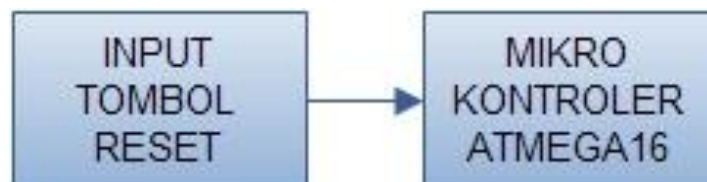
Tombol reset dan Input potensio merupakan data masukan untuk mikrokontroler ini. Kemudian data tersebut diproses di dalam mikrokontroler menggunakan fuzy logic non linear Sukamoto metode pi dan dari hasil fuzzy digunakan untuk mengatur pada driver motor agar motor dapat bekerja.



Gambar 4. Rancangan system minimum ATmega16

c. Reset Button

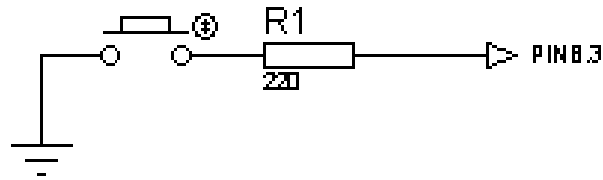
Tombol reset digunakan sebagai inputan pada mikrokontroler sebagai syarat aktifnya input potensio dan untuk penentuan titik nol derajat. Tombol reset sangat penting untuk alat ini dikarenakan untuk penentuan titik nol.



Gambar 5. Diagram kerja tombol reset

Tombol reset yang digunakan memakai PINB 3 sebagai tombol reset. Tombol ini akan menentukan dimana titik 0(nol) derajat pada alat ini.

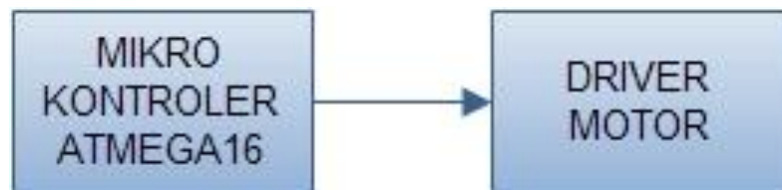
Tombol ini aktif dimana mendapat inputan berupa 0, atau sering disebut dengan aktif low.



Gambar 6. Tombol reset aktif Low

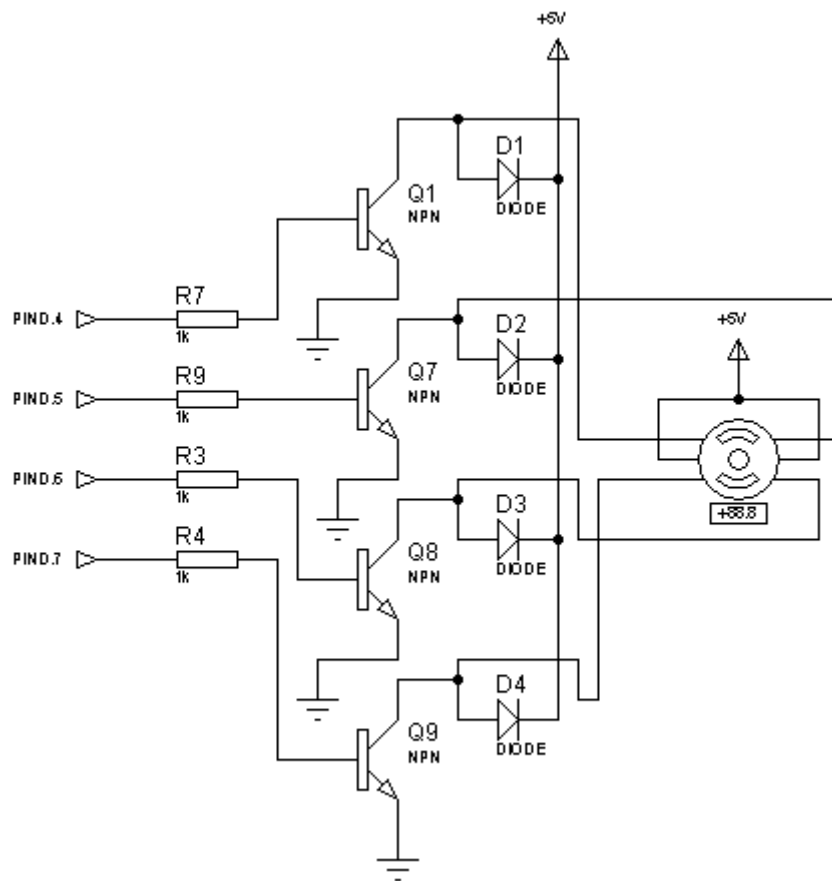
d. Driver Motor

Driver motor digunakan untuk menggerakan motor. Tanpa driver motor, motor stepper yang digunakan tidak akan dapat bekerja. Berikut adalah gambar rangkaian kerja driver motor,



Gambar 7. Diagram kerja driver motor

Pengaktifan putaran motor dipengaruhi oleh input ke driver motor dari mikrokontroler. Logika 1 digunakan untuk mengaktifkan transistor atau IC yang digunakan untuk menyulut kerja motor. Apabila driver disulut terus menerus dari kaki satu ke kaki yang yang llain maka motor stepper akan aktif. Berikut adalah gambar rangkaian sederhana untuk driver motor stepper,



Gambar 8. Rangkaian driver motor sederhana

e. Motor Stepper

Motor stepper adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor.



Gambar 9. Motor Stepper

Untuk penggerakan motor stepper ada dua cara yaitu helf step dan full step. Berikut adalah table penggerakan motor stepper,

Tabel 1. Half step

No.	1a	1b	2a	2b
1.	1	0	0	0
2.	1	1	0	0
3.	0	1	0	0
4.	0	1	1	0
5.	0	0	1	0
6.	0	0	1	1
7.	0	0	0	1
8.	1	0	0	1
9.	1	0	0	0
10.	1	1	0	0
11.	0	1	0	0
12.	0	1	1	0
13.	0	0	1	0
14.	0	0	1	1
15.	0	0	0	1
16.	1	0	0	1

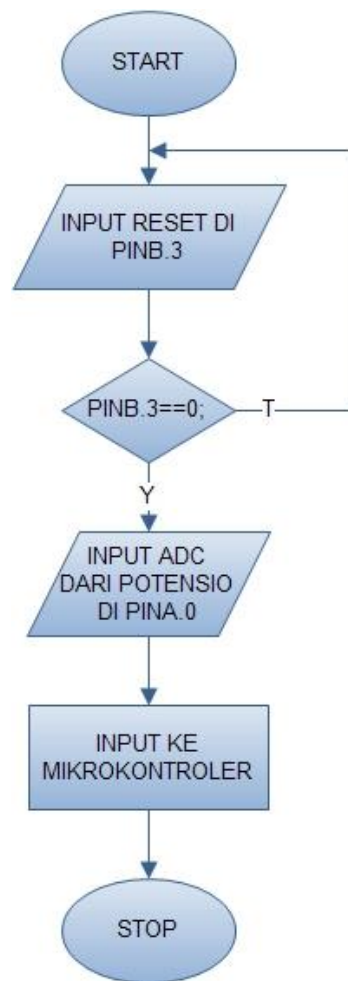
Tabel 2. Full Step

No.	1a	1b	2a	2b
1.	1	0	0	1
2.	1	1	0	0
3.	0	1	1	0
4.	0	0	1	1
5.	1	0	0	1
6.	1	1	0	0
7.	0	1	1	0
8.	0	0	1	1

3. Perangkat Lunak Direct Detection

Untuk pemrograman pada device input berupa reset dan input berupa potensio menggunakan aturan sendiri. Aturan yang digunakan adalah jika tombol reset ditekan maka input dari potensio baru akan dikerjakan. Dibat sedemikian rupa bertujuan untuk mengetahui dimana titik nol berada.

Berikut ini adalah bentuk dari flowchart untuk input program hardware ke software,



Gambar 10. Flowchart input

Untuk pemrograman pada input dapat dilihat seperti berikut :

```

{
int x=0;
x++;
putarKanan(x);
if (PINB.3==0)
{
while(1)
{

```

```
pot=read_adc(0);
```

```
.
```

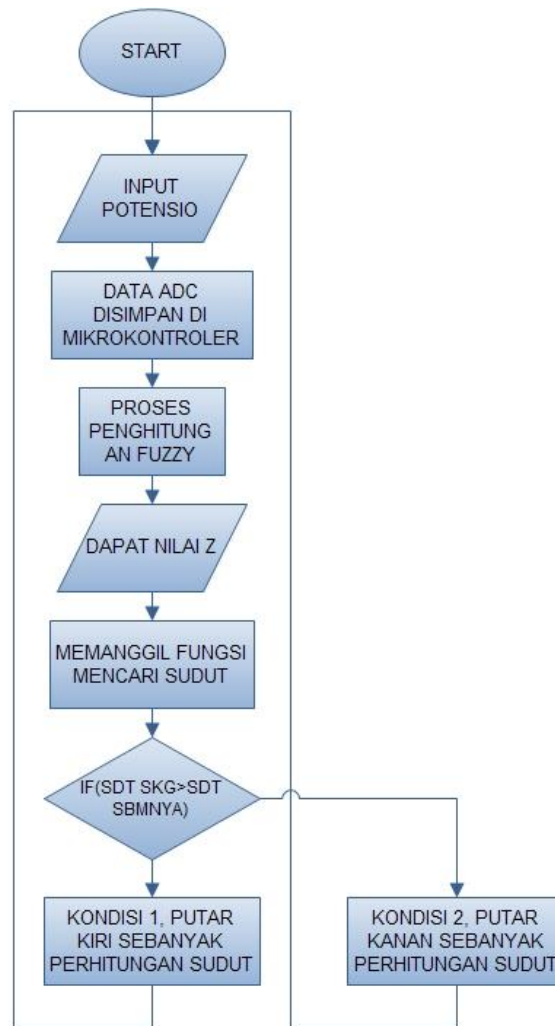
```
.
```

```
.
```

```
}
```

Pada pemrograman menjelaskan bahwa motor akan berputar dulu untuk mencari titik nol, dan ketika sudah mencapai titik nol (tombol reset) maka akan mengaktifkan fungsi dari potensio.

Pemrograman pada bagian control perhitungan logika fuzzy memanfaatkan input yang didapatkan dari potensio. Dari perhitungan fuzzy didapatkan hasil aturan yang akan digunakan untuk mengontrol jalannya motor.



Gambar 11. Control fuzzy untuk penggerakan motor stepper

4. Pengujian

Dari hasil pengujian yang didapat terdapat beberapa kesalahan yang terjadi terutama pada ketepatan. Kesalahan yang dijumpai yaitu penggunaan fuzzy logic non linier tidak tepat untuk alat Direct Detector ini disebabkan adanya kenaikan dan penurunan data yang drastis dikarenakan karakteristik dari fuzzy logic non linear tersebut.

Berikut adalah contoh data penilaian dari pengamatan yang ada pada *hardware Direct Detector* :

Tabel 1. Pengambilan data

No	Sudut Masukan	Sudut Keluaran	Error
1	0 ⁰	0 ⁰	0
2	10 ⁰	27 ⁰	-17
3	20 ⁰	40 ⁰	-20
4	30 ⁰	47.8 ⁰	-17.8
5	40 ⁰	55.7 ⁰	-15.7
6	50 ⁰	65 ⁰	-15
7	60 ⁰	73 ⁰	-13
8	70 ⁰	82 ⁰	-12
9	80 ⁰	88 ⁰	-8
10	90 ⁰	90 ⁰	0
11	100 ⁰	92 ⁰	8
12	110 ⁰	98 ⁰	12
13	120 ⁰	106 ⁰	14
14	130 ⁰	115 ⁰	15
15	140 ⁰	125 ⁰	15
16	150 ⁰	132 ⁰	18
17	160 ⁰	140 ⁰	20
18	170 ⁰	153 ⁰	17
19	180 ⁰	168 ⁰	12

C. Analisis dan Pembahasan

Pada awal pekerjaannya, Direct Detector ini akan menjalankan motor secara terus menerus sampai limit switch pada PINB.3 tertekan. Saat limit switch tertekan maka ditempat limit switch itu adalah titik nol derajat dan akan menjadi fungsi mengaktifkan pembacaan potensio.

```
while (1)
{
    int x=0;

    x++;

    putarKanan(x);

    if (PINB.3==0)
```

```

{
while(1)
{
pot=read_adc(0);
.....
}

```

Pembacaan potensio adalah berkisar antara 0 – 5 volt yang jika dikonversi dalam bentuk ADC adalah 0 – 255. Kita ambil contoh perhitungan untuk 90 derajat, pertama kali yang dilakukan adalah konversi derajat kedalam tegangan dan mengubah ke bentuk input ADC.

$$pot = \frac{90^0}{180^0} \times 5v$$

$$pot = 2.5v$$

$$pot = \frac{2.5v}{5v} \times 255$$

$$pot = 127.5$$

Kemudian pada langkah selanjutnya adalah mencari error dan delta error yang akan digunakan pada proses fuzzy sebagai 2 variable masukan utama. Error adalah hasil pengurangan batas input maksimal potensio yaitu 255 dengan input potensio yaitu 127.5.

$$error = 255 - 127.5$$

$$error = 127.5$$

Langkah selanjutnya adalah penentuan delta error. Delta error dapat dicari dengan pengurangan hasil error dengan error sebelumnya. Anggap saja error sebelumnya adalah nol. Jadi perhitungannya adalah seperti berikut :

$$\Delta error = 127.5 - 0$$

$$\Delta error = 127.5$$

Kemudian dicari derajat keanggotaan dari masing – masing inputan tersebut. Pada non linear type pi ini digunakan pertumbuhan dan penyusutan. Berikut ini adalah perhitungan untuk mencari bobot derajat keanggotaannya :

eror		delta eror	
tumbuh	susut	tumbuh	susut
0.00000	1	0.00000	1

Setelah didapatkan nilai itu maka dicari rule base untuk menentukan keluaran yang akan diproses nantinya. Rule base menggunakan nilai MIN sehingga nilai yang pling kecil yang akan dipilih.

$$a1 = \text{Min}(\mu_{\text{ErrorTumbuh}}, \mu_{\text{DelErrorTumbuh}})$$

$$a1 = \text{Min}([0], [0])$$

$$a1 = 0$$

$$a2 = \text{Min}(\mu_{\text{ErrorTumbuh}}, \mu_{\text{DelErrorSusut}})$$

$$a2 = \text{Min}([0], [1])$$

$$a2 = 0$$

$$a3 = \text{Min}(\mu_{\text{ErrorSusut}}, \mu_{\text{DelErrorTumbuh}})$$

$$a3 = \text{Min}([1], [0])$$

$$a3 = 0$$

$$a4 = \text{Min}(\mu_{\text{ErrorSusut}}, \mu_{\text{DelErrorSusut}})$$

$$a4 = \text{Min}([1], [1])$$

$$a_4 = 1$$

untuk $\text{pot} \leq \text{batas tengah}$

$$z_1 = 90 - (90 - 0) \times 0$$

$$z_1 = 90$$

$$z_2 = 90 - (90 - 0) \times 0$$

$$z_2 = 90$$

$$z_3 = (90 - 0) \times 0 + 0$$

$$z_3 = 0$$

$$z_4 = (90 - 0) \times 1 + 0$$

$$z_4 = 90$$

untuk $\text{pot} > \text{batas tengah}$

$$z_1 = 90 - (90 - 180) \times 0$$

$$z_1 = 90$$

$$z_2 = 90 - (90 - 180) \times 0$$

$$z_2 = 90$$

$$z_3 = (90 - 180) \times 0 + 180$$

$$z_3 = 180$$

$$z_4 = (90 - 180) \times 1 + 180$$

$$z_4 = 90$$

langkah terakhir adalah defuzzyfikasi untuk menentukan keluaran yang akan digunakan untuk menggerakkan motor.

$Z \leq$ batas tengah

$$z = \frac{(90 \times 0 + 90 \times 0 + 90 \times 0 + 90 \times 1)}{(0 + 0 + 0 + 1)}$$

$$z = 90$$

$Z >$ batas tengah

$$z = \frac{(90 \times 0 + 90 \times 0 + 180 \times 0 + 90 \times 1)}{(0 + 0 + 0 + 1)}$$

$$z = 90$$

Sehingga hasil yang dipakai adalah $z=90$

D. Penutup

1. Kesimpulan

Praktikum ini membuat mahasiswa dapat mencoba penerapan logika fuzzy untuk alat yang sebenarnya. Logika fuzzy dimaksudkan agar lebih presisi dan tepat dalam menunjukkan arah derajat untuk alat Direct Detector ini. Kerja dari alat yang sudah dipraktikkan ini dengan program fuzzy adalah motor stepper berjalan hingga menuju titik nol yang dititik nol dilengkapi dengan limit switch untuk batas titik nol tersebut. Setelah limit switch ditekan maka motor bergerak keposisi yang

ditunjukkan oleh potensio. Namun ada kendala pada program yang menggunakan program dengan metode Tsukamoto Non Linear Type Pi. Kendala yang ditemukan adalah ketidak tepatan dalam penghitungan fuzzy sehingga motor tidak bergerak sesuai dengan yang ditunjukkan.

2. Catatan

Sebaiknya dalam membuat program Sistem Kendali Robot Intelligent Direct Detector dengan Logika Fuzzy, dibuat program fungsi yang terdiri dari bagian-bagian antara lain: Fungsi Fuzzifikasi, Rule base, inferensi, defuzzifikasi, baca input, dan tampilan output di motor stepper.

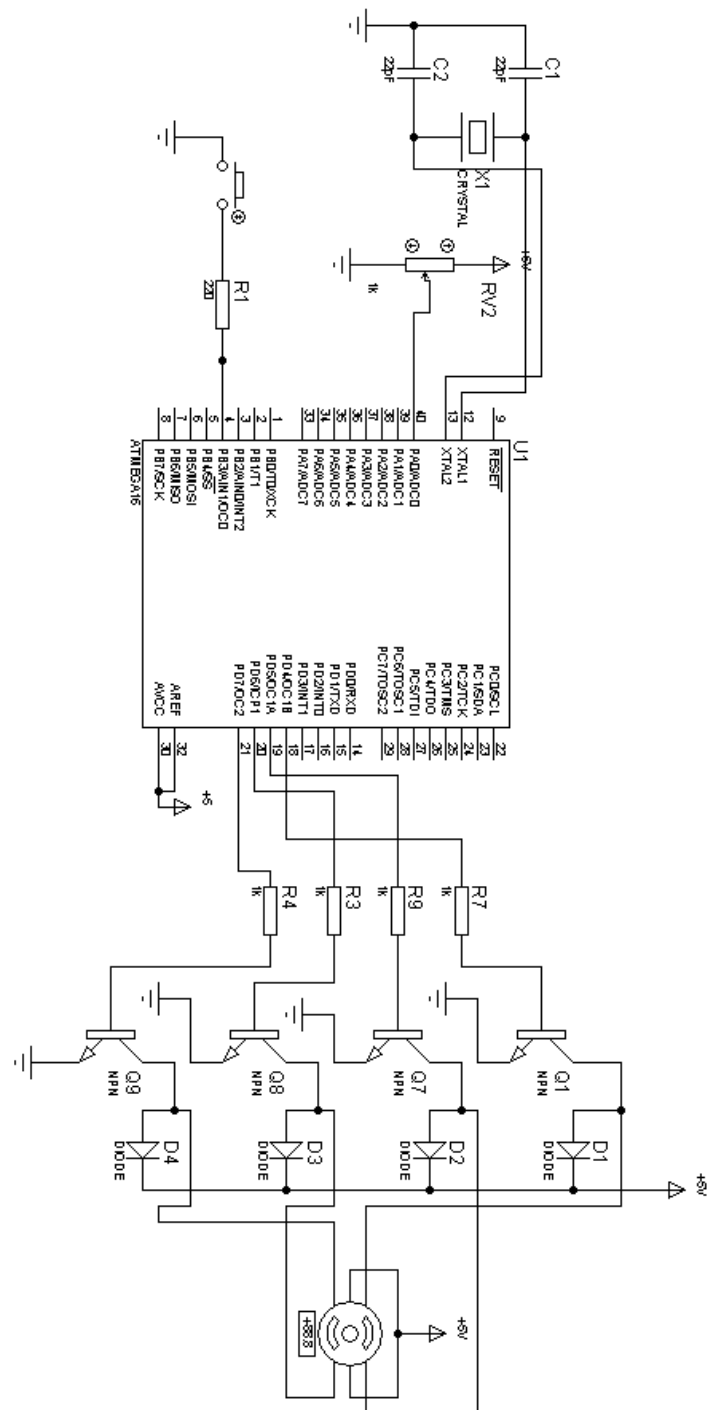
E. Pertanyaan dan Tugas

1. Bagaimana respon sistem terhadap model fungsi keanggotaan yang Anda gunakan ?
2. Bagaimana respon sistem terhadap sistem fuzzy logic controler (FLC) yang Anda gunakan ?
3. Bagaimanakah hasil kerja sistem secara keseluruhan ?
4. Pengaruh apa yang terjadi jika jumlah domain fuzzy diubah ?
5. Pengaruh apa yang terjadi jika model fungsi keanggotaannya diubah ?
6. Pengaruh apa yang terjadi jika sistem *fuzzy logic controler*-nya diubah ?

7. Lakukan analisis terhadap data hasil kerja praktikum Anda.
8. Hitung kesalahan/error yang terjadi antara hasil kerja real dengan hasil perhitungan secara teori.
9. Komparasikan hasil kerja real dengan hasil hitungan secara teori
10. Simpulkan hasil kerja yang telah anda lakukan.

F. Lampiran

1. Rangkaian Hardware



This program was produced by the

CodeWizardAVR V2.04.4a Advanced

Automatic Program Generator

© Copyright 1998-2009 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.

<http://www.hpinfotech.com>

Project :

Version :

Date : 4/5/2014

Author : NeVaDa

Company :

Comments:

Chip type : ATmega16

Program type : Application

AVR Core Clock frequency: 12.000000 MHz

Memory model : Small

External RAM size : 0

Data Stack size : 256

*****/

```
#include <mega16.h>
```

```
#include <delay.h>
```

```
#include <stdio.h>
```

```
// Alphanumeric LCD Module functions
```

```

#asm

.equ __lcd_port=0x15 ;PORTC

#endasm

#include <lcd.h>

#define ADC_VREF_TYPE 0x20

// Read the 8 most significant bits
// of the AD conversion result

unsigned char read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);

    // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
    delay_us(10);

    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=0x40;

    // Wait for the AD conversion to complete
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);

    ADCSRA|=0x10;

    return ADCH;
}

// Declare your global variables here

```

unsigned char

```
dataStepper[]={0b00010000,0b00110000,0b00100000,0b01100000,0b01000000,  
0b11000000,0b10000000,0b10010000};
```

```
int i=0, pot, ss=0;
```

```
float QER, eror, DelError, ERSedikit, ERTengah, ERbanyak, DERsedikit,  
DERtengah, DERbanyak, dKecil, dTengah, dBesar, ERTumbuh, ERSusut,  
DERtumbuh, ERSusut, a1, a2, a3, a4, z1, z2, z3, z4, z, kondisi, v, liyo;
```

```
void putarKanan(int step) {
```

```
int j=0;
```

```
while (j<step) {
```

```
  j++;
```

```
  i++;
```

```
  if (i>=8) {
```

```
    i=0;
```

```
  }
```

```
  PORTD = dataStepper[i];
```

```
  delay_ms(10);
```

```
}
```

```
}
```

```
void putarKiri(int step) {
```

```
int j=0;
```

```
while (j<step) {
```

```
  j++;
```

```

i--;

if (i<=-1) {

i=7;

}

PORTD = dataStepper[i];

delay_ms(10);

}

}

```

```

int fungsi(int nilaiz) {

int y;

if(nilaiz>ss){

y=nilaiz-ss;

ss=nilaiz;

kondisi=1;

}

if(nilaiz<ss){

y=ss-nilaiz;

ss=nilaiz;

kondisi=2;

}

return y;

}

```

```

void main(void)

```



```

{

// Declare your local variables here


// Input/Output Ports initialization

// Port A initialization

// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=In

// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T

PORTA=0x00;

DDRA=0x00;


// Port B initialization

// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=In

// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=P State2=T State1=T State0=T

PORTB=0x08;

DDRB=0x00;


// Port C initialization

// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=In

// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T

PORTC=0x00;

DDRC=0x00;

```

```

// Port D initialization

// Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=In

// State7=1 State6=1 State5=1 State4=1 State3=T State2=T State1=T State0=T

PORTD=0xF0;

DDRD=0xF0;


// Timer/Counter 0 initialization

// Clock source: System Clock

// Clock value: Timer 0 Stopped

// Mode: Normal top=FFh

// OC0 output: Disconnected

TCCR0=0x00;

TCNT0=0x00;

OCR0=0x00;


// Timer/Counter 1 initialization

// Clock source: System Clock

// Clock value: Timer1 Stopped

// Mode: Normal top=FFFFh

// OC1A output: Discon.

// OC1B output: Discon.

// Noise Canceler: Off

// Input Capture on Falling Edge

// Timer1 Overflow Interrupt: Off

```

```

// Input Capture Interrupt: Off

// Compare A Match Interrupt: Off

// Compare B Match Interrupt: Off

TCCR1A=0x00;

TCCR1B=0x00;

TCNT1H=0x00;

TCNT1L=0x00;

ICR1H=0x00;

ICR1L=0x00;

OCR1AH=0x00;

OCR1AL=0x00;

OCR1BH=0x00;

OCR1BL=0x00;


// Timer/Counter 2 initialization

// Clock source: System Clock

// Clock value: Timer2 Stopped

// Mode: Normal top=FFh

// OC2 output: Disconnected

ASSR=0x00;

TCCR2=0x00;

TCNT2=0x00;

OCR2=0x00;


// External Interrupt(s) initialization

```

```

// INT0: Off

// INT1: Off

// INT2: Off

MCUCR=0x00;

MCUCSR=0x00;


// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization

TIMSK=0x00;


// Analog Comparator initialization

// Analog Comparator: Off

// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off

ACSR=0x80;

SFIOR=0x00;


// ADC initialization

// ADC Clock frequency: 750.000 kHz

// ADC Voltage Reference: AREF pin

// ADC Auto Trigger Source: None

// Only the 8 most significant bits of

// the AD conversion result are used

ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;

ADCSRA=0x84;


// LCD module initialization

```

```

lcd_init(16);

while (1)
{
    // Place your code here

    int x=0;

    x++;

    putarKanan(x);

    if (PINB.3==0)
    {
        while(1)
        {
            pot=read_adc(0);

            ERsedikit = 0;

            ERtengah = 127.5;

            ERbanyak = 255;

            DERsedikit = 0;

            DERtengah = 127.5;

            DERbanyak = 255;

            dKecil = 0;

            dTengah = 90;

            dBesar = 180;

```

error = ERbanyak - pot;

QER = error;

DelError = error - QER;

$$ERtumbuh = 1 * ((ERtengah - error) / (ERtengah - ERsedikit) * (ERtengah - error) / (ERtengah - ERsedikit));$$

$$ERSusut = 1 - 1 * ((ERtengah - error) / (ERtengah - ERsedikit) * (ERtengah - error) / (ERtengah - ERsedikit));$$

$$DERtumbuh = 1 * ((DERtengah - DelError) / (DERtengah - DERsedikit) * (DERtengah - DelError) / (DERtengah - DERsedikit));$$

$$DERsusut = 1 - 1 * ((DERtengah - DelError) / (DERtengah - DERsedikit) * (DERtengah - DelError) / (DERtengah - DERsedikit));$$

if(ERtumbuh < DERtumbuh)

{a1 = ERtumbuh;}

else

{a1 = DERtumbuh;}

if(ERtumbuh < DERsusut)

{a2 = ERtumbuh;}

else

{a2 = DERsusut;}

if(ERSusut < DERtumbuh)

{a3 = ERSusut;}

else

```

{a3 = DERTumbuh;}

if(ERSusut<DERsusut)

{a4 = ERSusut;}

else

{a4 = DERSusut;}


if(pot<ERTengah)

{z1 = dTengah-(dTengah-dKecil)*a1;

z2 = dTengah-(dTengah-dKecil)*a2;

z3 = (dTengah-dKecil)*a3+dKecil;

z4 = (dTengah-dKecil)*a4+dKecil;}

else

{z1 = dTengah-(dTengah-dBesar)*a1;

z2 = dTengah-(dTengah-dBesar)*a2;

z3 = (dTengah-dBesar)*a3+dBesar;

z4 = (dTengah-dBesar)*a4+dBesar;}


z = (((a1 * z1) + (a2 * z2) + (a3 * z3) + (a4 * z4)) / (a1 + a2 + a3 + a4));

v=fungsi(z);

liyo=v/0.9;


if(kondisi==2)

{

putarKiri(liyo);

}

```

```
else if(kondisi==1)
{
    putarKanan(liyo);
}

};

}

};

}
```


HAND OUT PRAKTIKUM SISTEM KENDALI FUZZY

Suatu penalaran yang dilakukan melalui adanya penambahan fakta baru akan mengakibatkan ketidak-konsistenan. Penalaran demikian disebut penalaran *non-monotonis*. Adapun ciri-cirinya adalah: a. mengandung ketidakpastian, b. adanya perubahan pada pengetahuan, c. adanya penambahan fakta baru menyebabkan perubahan konklusi yang sudah terbentuk. Untuk mengatasi ketidak pastian pada penalaran non-monotonis digunakan penalaran statistik, yakni: a. Probabilitas, theorema Bayes, b. Faktor Keyakinan (*certainty factor*), c. Teori Dempster-shafer. d. Maximum Likelihood.

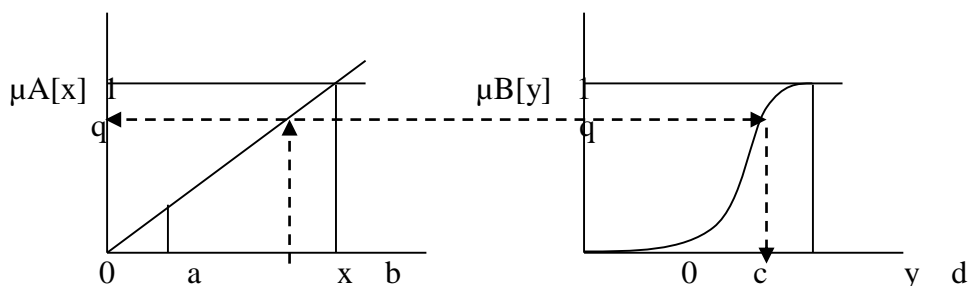
Kemampuan *fuzzy logic* dalam menggambarkan kemampuan robot tidak menggunakan penalaran non-monotonis, melainkan menggunakan penalaran monoton. Melalui penalaran monoton, akan diperoleh tingkat kepastian mengenai kemampuan robot berdasarkan respon-respon yang diberikan sensor arah selama proses pencarian sumber arah. Faktor kepastian ini merupakan satu kesatuan *fuzzy logic* dalam rangka menggambarkan kemampuan robot. Jika ada 2 daerah *fuzzy* direlasikan dengan implikasi sederhana, yaitu:

JIKA x adalah A , MAKA y adalah B . Fungsi transfernya dinyatakan dengan notasi $y = f((x,A),B)$.

Secara matematis digambarkan sebagai berikut:

$$\mu_A[x] = (x-a)/(b-a) = q \quad \text{sehingga} \quad \mu_B[y] = 1-2[(d-y)/(d-c)]^2 = q$$

Dalam hal ini diketahui nilai x untuk mencari nilai y melalui nilai q sebagai penalaran monoton.



Gambar 1: Penalaran monoton

Sistem inferensi atau disebut juga *fuzzy logic control* (FLC), merupakan sistem mekanisme *fuzzy logic* dalam proses pengambilan keputusan. Penelitian ini menggunakan sistem inferensi (FLC) model Tsukamoto (Yan, Ryan, & Power. (1994: 47)). Algoritma *fuzzy* untuk mendapatkan output, menurut metode ini ada empat tahapan, yaitu:

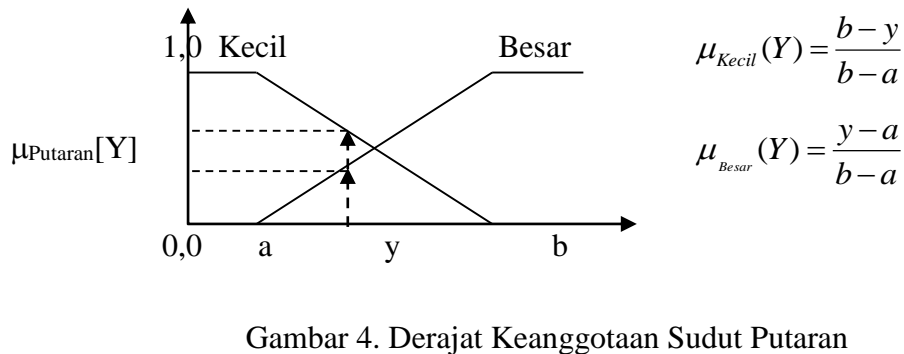
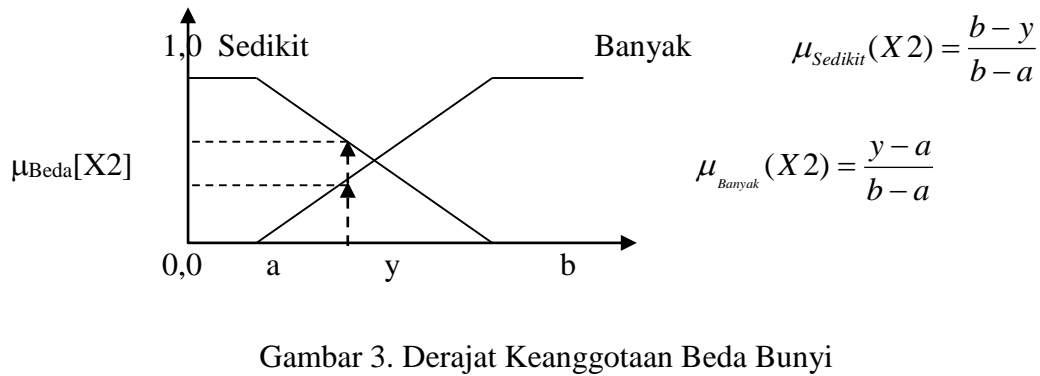
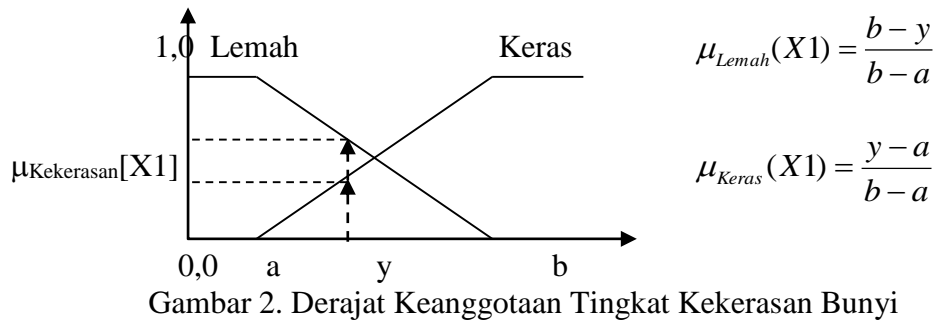
- a. Pembentukan himpunan *fuzzy* (fuzzifikasi). Dalam hal ini variabel input dan variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*. Pembentukan himpunan *fuzzy* didasarkan pada fungsi keanggotaan *fuzzy*.
- b. Aplikasi fungsi implikasi (aturan), yaitu; penerapan fungsi basis aturan yang didasarkan pada basis pengetahuan. Menurut metode Tsukamoto, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min (nilai terkecil).
- c. *Inferensi*, penegasan keputusan berdasar komposisi aturan. Komposisi aturan (*rule base*) merupakan kumpulan aturan yang digunakan sebagai dasar untuk melakukan inferensi. Apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan.
- d. *Defuzzifikasi* adalah penegasan hasil inferensi berdasar pada nilai rata-rata terbobot.

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari mekanisme inferensi terhadap komposisi aturan-aturan *fuzzy*. Sedangkan *output* yang dihasilkan defuzzifikasi merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crispy* tertentu sebagai *output*.

Input dalam penelitian ini adalah sensor. Parameter tersebut di proses melalui fungsi keanggotaan dan himpunan *fuzzy*. *Output* yang diperoleh adalah kepastian gerak arah, *Output* dilakukan oleh mekanisme inferensi yang didasarkan pada algoritma *fuzzy* gerakan yang akan diberikan oleh motor. Di bawah ini adalah algoritma *fuzzy logic* metode Tsukamoto.

Input dalam penelitian ini adalah sumber bunyi, beda sumber bunyi. Parameter tersebut di proses melalui fungsi keanggotaan dan himpunan *fuzzy*. *Output* yang diperoleh adalah besar sudut putar dan arah gerak putaran yang akan bergantung pada sumber bunyi. *Output* dilakukan oleh mekanisme inferensi yang didasarkan pada algoritma *fuzzy* berupa besar sudut putar dan arah gerak putaran. Berikut ini adalah algoritma logika *fuzzy* metode Tsukamoto:

- a. Pembentukan himpunan *fuzzy*, untuk menentukan nilai keanggotaan suatu nilai dari variabel. Variabel himpunan *fuzzy* dalam penelitian ini adalah: Tingkat kekerasan bunyi (X1), dan beda kekerasan bunyi (X2), dan besar sudut dan arah gerak putaran (Y).



- b. Aplikasi fungsi implikasi, untuk menentukan derajat keanggotaan yang dipakai berdasar basis pengetahuan yang telah dibentuk (fungsi aturan IF - THEN atau JIKA – MAKA). Basis pengetahuan yang dibentuk untuk disertasi ini meliputi empat RULE, yaitu:
- (1) JIKA *Tingkat kekerasan lemah* DAN *beda sedikit* MAKA *Sudut putaran kecil*
 - (2) JIKA *Tingkat kekerasan lemah* DAN *beda banyak* MAKA *Sudut putaran kecil*
 - (3) JIKA *Tingkat kekerasan keras* DAN *beda sedikit* MAKA *Sudut putaran besar*
 - (4) JIKA *Tingkat kekerasan keras* DAN *beda banyak* MAKA *Sudut putaran besar*
- c. Komposisi aturan, untuk menentukan luasan area yang mungkin terjadi berdasar derajat hasil fungsi implikasi. Berdasar aturan di atas, selanjutnya dihitung nilai α dengan formula:

$\alpha_1 = \text{Min}(\mu_{\text{Kekerasan lemah}} [X]; \mu_{\text{Beda sedikit}} [Y]);$ sehingga $Z_1 = b-(b-a) \times \alpha_1$

$\alpha_2 = \text{Min}(\mu_{\text{Kekerasan lemah}} [X]; \mu_{\text{Beda banyak}} [Y]);$ sehingga $Z_2 = b-(b-a) \times \alpha_2$

$\alpha_3 = \text{Min}(\mu_{\text{Kekerasan keras}} [X]; \mu_{\text{Beda sedikit}} [Y]);$ sehingga $Z_3 = (b-a) \times \alpha_3 + a$

$\alpha_4 = \text{Min}(\mu_{\text{Kekerasan keras}} [X]; \mu_{\text{Beda banyak}} [Y]);$ sehingga $Z_4 = (b-a) \times \alpha_4 + a$

$$\sum \alpha_i = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 \qquad \sum Z_i \cdot i = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4$$

- d. Penegasan (defuzzy), untuk menentukan titik pusat daerah yang merupakan hasil akhir inferensi (keluaran sudut putar) dengan formula:

$$Z = \frac{\sum \alpha_i * z_i}{\sum \alpha_i}$$

LAB SHEET PRAKTIKUM SISTEM KENDALI FUZZY

Mata Kuliah : Sistem Kendali Fuzzy
Kompetensi keahlian : Kendali Industri
Waktu : 4 x 60 menit
Hari / Tanggal :

A. PENDAHULUAN

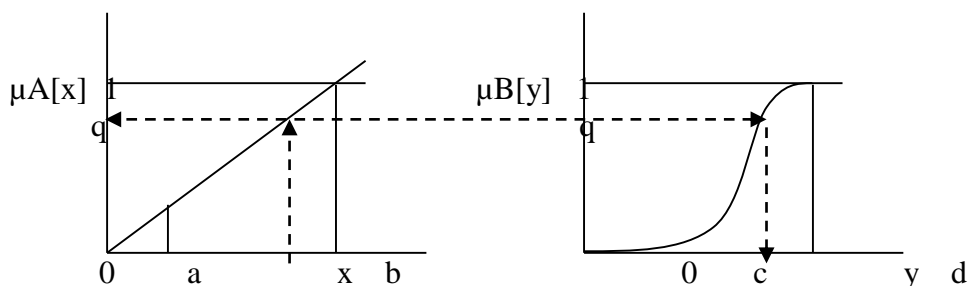
Kemampuan *fuzzy logic* dalam menggambarkan kemampuan robot tidak menggunakan penalaran non-monotonis, melainkan menggunakan penalaran monoton. Melalui penalaran monoton, akan diperoleh tingkat kepastian mengenai kemampuan robot berdasarkan respon-respon yang diberikan sensor arah selama proses pencarian sumber arah. Faktor kepastian ini merupakan satu kesatuan *fuzzy logic* dalam rangka menggambarkan kemampuan robot. Jika ada 2 daerah *fuzzy* direlasikan dengan implikasi sederhana, yaitu:

JIKA x adalah A , MAKA y adalah B . Fungsi transfernya dinyatakan dengan notasi $y = f((x,A),B)$.

Secara matematis digambarkan sebagai berikut:

$$\mu_A[x] = (x-a)/(b-a) = q \quad \text{sehingga} \quad \mu_B[y] = 1 - 2[(d-y)/(d-c)]^2 = q$$

Dalam hal ini diketahui nilai x untuk mencari nilai y melalui nilai q sebagai penalaran monoton.



Gambar 1: Penalaran monoton

Sistem inferensi atau disebut juga *fuzzy logic control* (FLC), merupakan sistem mekanisme *fuzzy logic* dalam proses pengambilan keputusan. Penelitian ini menggunakan sistem inferensi (FLC) model Tsukamoto (Yan, Ryan, & Power. (1994: 47)). Algoritma *fuzzy* untuk mendapatkan output, menurut metode ini ada empat tahapan, yaitu:

- a. Pembentukan himpunan *fuzzy* (fuzzifikasi). Dalam hal ini variabel input dan variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*. Pembentukan himpunan *fuzzy* didasarkan pada fungsi keanggotaan *fuzzy*.
- b. Aplikasi fungsi implikasi (aturan), yaitu; penerapan fungsi basis aturan yang didasarkan pada basis pengetahuan. Menurut metode Tsukamoto, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min (nilai terkecil).
- c. *Inferensi*, penegasan keputusan berdasar komposisi aturan. Komposisi aturan (*rule base*) merupakan kumpulan aturan yang digunakan sebagai dasar untuk melakukan inferensi. Apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan.
- d. *Defuzzifikasi* adalah penegasan hasil inferensi berdasar pada nilai rata-rata terbobot.

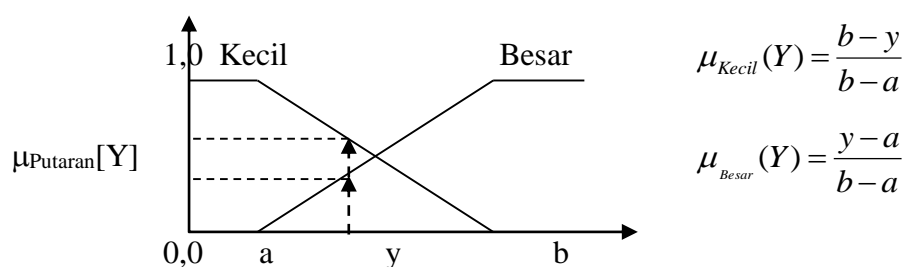
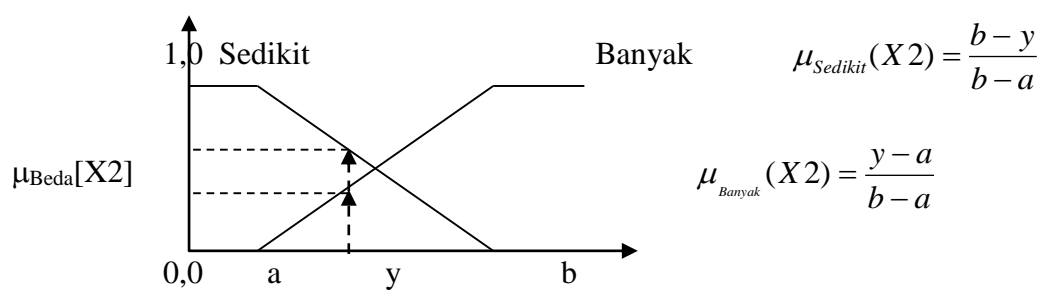
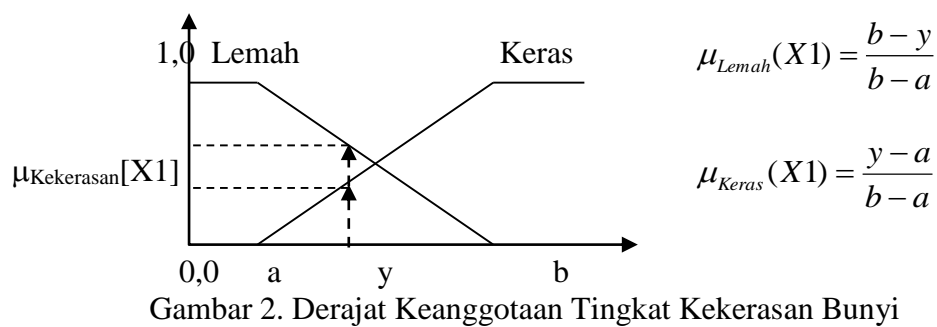
Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari mekanisme inferensi terhadap komposisi aturan-aturan *fuzzy*. Sedangkan *output* yang dihasilkan defuzzifikasi merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crispy* tertentu sebagai *output*.

Input dalam penelitian ini adalah sensor. Parameter tersebut di proses melalui fungsi keanggotaan dan himpunan *fuzzy*. *Output* yang diperoleh adalah kepastian gerak arah, *Output* dilakukan oleh mekanisme inferensi yang didasarkan pada algoritma *fuzzy* gerakan yang akan diberikan oleh motor. Di bawah ini adalah algoritma *fuzzy logic* metode Tsukamoto.

Input dalam penelitian ini adalah sumber bunyi, beda sumber bunyi. Parameter tersebut di proses melalui fungsi keanggotaan dan himpunan *fuzzy*. *Output* yang diperoleh adalah

besar sudut putar dan arah gerak putaran yang akan bergantung pada sumber bunyi. *Output* dilakukan oleh mekanisme inferensi yang didasarkan pada algoritma *fuzzy* berupa besar sudut putar dan arah gerak putaran. Berikut ini adalah algoritma logika *fuzzy* metode Tsukamoto:

- e. Pembentukan himpunan *fuzzy*, untuk menentukan nilai keanggotaan suatu nilai dari variabel. Variabel himpunan *fuzzy* dalam penelitian ini adalah: Tingkat kekerasan bunyi (X1), dan beda kekerasan bunyi (X2), dan besar sudut dan arah gerak putaran (Y).



- f. Aplikasi fungsi implikasi, untuk menentukan derajat keanggotaan yang dipakai berdasar basis pengetahuan yang telah dibentuk (fungsi aturan IF - THEN atau JIKA – MAKAK).

Basis pengetahuan yang dibentuk untuk disertasi ini meliputi empat RULE, yaitu:

- (1) JIKA *Tingkat kekerasan lemah* DAN *beda sedikit* MAKAK *Sudut putaran kecil*
- (2) JIKA *Tingkat kekerasan lemah* DAN *beda banyak* MAKAK *Sudut putaran kecil*
- (3) JIKA *Tingkat kekerasan keras* DAN *beda sedikit* MAKAK *Sudut putaran besar*
- (4) JIKA *Tingkat kekerasan keras* DAN *beda banyak* MAKAK *Sudut putaran besar*

- g. Komposisi aturan, untuk menentukan luasan area yang mungkin terjadi berdasar derajat hasil fungsi implikasi. Berdasar aturan di atas, selanjutnya dihitung nilai α dengan formula:

$$\alpha_1 = \text{Min}(\mu_{\text{Kekerasan lemah}}[X]; \mu_{\text{Beda sedikit}}[Y]); \text{ sehingga } Z_1 = b - (b - a) \times \alpha_1$$

$$\alpha_2 = \text{Min}(\mu_{\text{Kekerasan lemah}}[X]; \mu_{\text{Beda banyak}}[Y]); \text{ sehingga } Z_2 = b - (b - a) \times \alpha_2$$

$$\alpha_3 = \text{Min}(\mu_{\text{Kekerasan keras}}[X]; \mu_{\text{Beda sedikit}}[Y]); \text{ sehingga } Z_3 = (b - a) \times \alpha_3 + a$$

$$\alpha_4 = \text{Min}(\mu_{\text{Kekerasan keras}}[X]; \mu_{\text{Beda banyak}}[Y]); \text{ sehingga } Z_4 = (b - a) \times \alpha_4 + a$$

$$\sum \alpha_i = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 \qquad \sum Z_i = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4$$

- h. Penegasan (defuzzy), untuk menentukan titik pusat daerah yang merupakan hasil akhir inferensi (keluaran sudut putar) dengan formula:

$$Z = \frac{\sum \alpha_i * z_i}{\sum \alpha_i}$$

B. ALAT

1. Modul hardware Robot Intelligent Direct Detector
2. Kabel USB downloader
3. Komputer
4. Program Proteus
5. Program AVR

C. BAHAN

1. Modul Robot Intelligent Direct Detector
2. Lab Sheet Robot Intelligent Direct Detector
3. Hand out Robot Intelligent Direct Detector

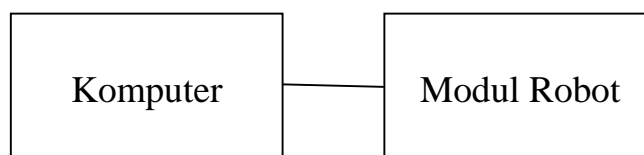
D. KESELAMATAN KERJA

1. Pakailah pakaian kerja yang sesuai untuk bekerja di bengkel
2. Gunakan Alat dengan benar supaya lebih aman
3. Berhati hatilah ketika menghubungkan modul dengan sumber tegangan
4. Dan Bekerjalah dengan tentram baca petunjuk dengan benar

E. LANGKAH KERJA

1. Buka program proteus
2. Buka program AVR
3. Buat program Robot Intelligent Direct Detector
4. Uji program dengan proteus
5. Download program ke Modul Robot Direct Detector jika sudah jadi
6. Lakukan pengamatan data

F. GAMBAR KERJA



G. TUGAS

1. Buatlah program sistem kendali Robot Intelligent Direct Detector berbasis logika fuzzy
2. Uji program tersebut
3. Ambil data pengamatan dan catat dalam tabel berikut:

Tabel Data Pengamatan

No	Sumber arah (derajad)	Respon arah robot (derajad)	Error

4. Analisis data berdasar tabel pengamatan
5. Simpulkan hasil praktikum

H. KESIMPULAN HASIL PRAKTEK

.....

I. EVALUASI.

1. Proses kerja (40%)
 - Langkah kerja
 - Pemakayan alat
 - Keselamatan kerja
 - Sikap kerja
2. Hasil kerja (60%)
 - Ketepatan ukuran .

Dosen,

Dr. Haryanto, M.Pd., M.T.
NIP 196203101986011001

Yogyakarta, 1 Mei 2015
Mahasiswa,

.....
NIM

Instrumen Penilaian Komponen RPP

Untuk Ahli Pembelajaran Sistem Kendali Fuzzy

Isilah kolom Ada/Tidak sesuai dengan pernyataan pada Komponen RPP dengan cara mencontreng di kolom yang bersesuaian.

Contoh:

Jika di dalam RPP ada Kompetensi dasar dan indikator keberhasilan belajar, maka contreng kolom "Ada"

No	Komponen RPP	Ada	Tidak
i	Tinjauan materi pembelajaran secara umum	√	

No	Komponen RPP	Ada	Tidak
1	Identitas Mata Kuliah		
2	Kompetensi inti pembelajaran		
3	Kompetensi dasar dan indikator keberhasilan belajar		
4	Tujuan pembelajaran		
5	Materi pembelajaran		
6	Metode pembelajaran		
7	Media pembelajaran, Alat dan sumber belajar		
8	Langkah-langkah pembelajaran		
9	Rambu-rambu penilaian hasil belajar		
10	Format penilaian hasil belajar		

Saran-saran:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Validator,

(.....)

Instrumen Penilaian Komponen Hand Out

Untuk Ahli Pembelajaran Sistem Kendali Fuzzy

Isilah kolom Ada/Tidak sesuai dengan pernyataan pada Komponen *Hand Out* dengan cara mencontreng di kolom yang bersesuaian.

Contoh:

Jika di dalam *Hand Out* ada Kompetensi dasar dan indikator keberhasilan belajar, maka contreng kolom "Ada"

No	Komponen <i>Hand Out</i>	Ada	Tidak
i	Ketersediaan langkah-langkah praktikum	√	

No	Komponen <i>Hand Out</i>	Ada	Tidak
1	Identitas Mata Kuliah		
2	Ketersediaan materi singkat		
3	Penyajian materi secara ringkas		
4	Penyajian materi dibantu gambar/grafik		
5	Penyajian materi dibantu formula/rumus matematik		
6	Ketersediaan tugas		
7	Penyajian tugas dengan rinci		
8	Panyajian tugas dibantu dengan rambu-rambu yang dilakukan		

Saran-saran:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Validator,

(.....)

Instrumen Penilaian Materi Modul

Untuk AHLI MATERI Sistem Kendali Fuzzy

Isilah kolom skor (1/2/3/4) sesuai dengan pernyataan pada Materi Modul Pembelajaran dengan cara mencontreng di kolom yang bersesuaian.

Keterangan: Skor 1: Kurang
Skor 2: Cukup
Skor 3: Baik
Skor 4: Sangat Baik

Contoh:

Jika "Kebenaran materi pembelajaran yang disajikan di dalam modul" sudah 'baik', maka contreng kolom "3"

No	Materi Modul Pembelajaran	Skor			
		1	2	3	4
i	Kebenaran materi pembelajaran yang disajikan			√	

No	Materi Modul Pembelajaran	Skor			
		1	2	3	4
1	Kebenaran tujuan pembelajaran				
2	Kebenaran materi pembelajaran yang disajikan				
3	Kebenaran materi pembelajaran perangkat keras				
4	Kebenaran materi pembelajaran perangkat lunak				
5	Kebenaran materi pembelajaran pengujian sistem				
6	Kesesuaian materi contoh hasil pengujian				
7	Ketepatan materi contoh 'analisis dan pembahasan'				
8	Ketepatan kesimpulan hasil belajar				
9	Ketepatan pertanyaan dan tugas				
10	Kelengkapan lampiran perangkat keras sistem				
11	Kelengkapan lampiran perangkat lunak/program sistem				

Saran-saran:

.....
.....
.....

Validator,

(.....)

Instrumen Penilaian Kelengkapan Modul

Untuk Ahli Pembelajaran Sistem Kendali Fuzzy

Isilah kolom Ada/Tidak sesuai dengan pernyataan pada Komponen Modul dengan cara mencontreng di kolom yang bersesuaian.

Contoh:

Jika di dalam modul ada tinjauan materi pembelajaran, maka contreng kolom "Ada"

No	Komponen Modul	Ada	Tidak
i	Tinjauan materi pembelajaran secara umum	√	

No	Komponen Modul	Ada	Tidak
1	Identitas modul		
2	Tujuan Pembelajaran		
3	Tinjauan materi pembelajaran secara umum		
4	Materi pembelajaran tentang perangkat keras		
5	Materi pembelajaran tentang perangkat lunak		
6	Materi pembelajaran tentang pengujian sistem		
7	Materi contoh hasil pengujian		
8	Materi pembelajaran tentang contoh analisis dan pembahasan		
9	Kesimpulan hasil belajar		
10	Evaluasi Hasil Belajar berupa pertanyaan dan tugas		
11	Lampiran perangkat keras sistem		
12	Lampiran perangkat lunak/program sistem		

Saran-saran:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Validator,

(.....)

Instrumen Penilaian Komponen Lab Sheet

Untuk Ahli Pembelajaran Sistem Kendali Fuzzy

Isilah kolom Ada/Tidak sesuai dengan pernyataan pada Komponen Lab Sheet dengan cara mencontreng di kolom yang bersesuaian.

Contoh:

Jika di dalam Lab Sheet ada Kompetensi dasar dan indikator keberhasilan belajar, maka contreng kolom "Ada"

No	Komponen Lab Sheet	Ada	Tidak
i	Ketersediaan langkah-langkah praktikum	√	

No	Komponen Lab Sheet	Ada	Tidak
1	Identitas Mata Kuliah		
2	Pendahuluan berisi materi singkat		
3	Ketersediaan alat praktikum		
4	Ketersediaan bahan praktikum		
5	Ketersediaan keselamatan kerja		
6	Ketersediaan langkah-langkah praktikum		
7	Ketersediaan gambar rangkaian		
8	Ketersediaan tugas praktikum		
9	Kesimpulan hasil praktikum		
10	Evaluasi penilaian hasil belajar		

Saran-saran:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Validator,

(.....)

